

Capítulo 2

Enseñanza y Aprendizaje

Este capítulo asienta la base teórica que nos permite explicar los procesos de e-a que hemos visto y/o experimentado para ello exponemos las relaciones con las NNTT y hacemos especial énfasis en la e-a de las Matemáticas, esto nos permite adoptar acciones adecuadas al pasar a ser observadores participantes.

2.1 Conceptualización General

- 2.1.1 Teorías del Aprendizaje.
- 2.1.2 Teorías de la Enseñanza.
- 2.1.3 Consideraciones en la Planificación de la Enseñanza
- 2.1.4 Programas Informáticos y Teorías de Aprendizaje.

2.2 Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas

- 2.2.1 Principios de la Enseñanza de las Matemáticas.
- 2.2.2 Tipos de Aprendizaje Matemático.
- 2.2.3 Tópicos de interés Matemático.
- 2.2.4 Matemáticas y NNTT.

2.1 Conceptualización General

2.1.1 Teorías del Aprendizaje

Diversas teorías hablan del comportamiento humano, las teorías sobre el aprendizaje tratan de explicar los procesos internos cuando aprendemos, por ejemplo, la adquisición de habilidades intelectuales, la adquisición de información o conceptos, las estrategias cognoscitivas, destrezas motoras o actitudes.

Por ejemplo, el conductismo se basa en los estudios del aprendizaje mediante condicionamiento (teoría del condicionamiento instrumental) y considera innecesario el estudio de los procesos mentales superiores para la comprensión de la conducta humana. Uno de sus representantes es Skinner, quien describe cómo los refuerzos forman y mantienen un comportamiento determinado.

En las últimas décadas, la investigación psicológica ha mostrado mayor atención por el papel de la cognición en el aprendizaje humano, así el reduccionismo conductista da paso a la aceptación de procesos cognitivos causales, se libera de los aspectos restrictivos y el sujeto pasivo y receptivo del conductismo se transforma en un procesador activo de información. A finales del siglo XX, otros investigadores siguen criterios eclécticos en sus ensayos, no se sitúan propiamente en alguno de estos polos: conductista o cognoscitivista y así surgen enfoques de estos dos pensamientos psicológicos.

En la corriente constructivista, el sujeto adquiere el conocimiento mediante un proceso de construcción individual y subjetiva, por lo que sus expectativas y su desarrollo cognitivo determinan la percepción que tiene del mundo. En este enfoque se destaca la teoría psicogenética de Piaget, el aprendizaje significativo de Ausubel y la teoría del procesamiento de la información de Gagné.

El enfoque sociocultural, cuyo origen lo ubicamos en las ideas del psicólogo ruso Lev Semionovitch Vygotski (1836-1934), se refiere al origen social de los procesos psicológicos superiores. Este nivel histórico-cultural justifica “los cambios producidos en los procesos mentales humanos, como consecuencia de la aparición de transformaciones en la organización social y cultural de la sociedad”, como afirma De Pablos (1998, 462).

ASPECTOS DIFERENCIALES	CONDUCTISMO	COGNITIVISMO	CONSTRUCTIVISMO
Supuestos Teóricos	Modelo E-R y reflejos condicionados	Modelos de procesamiento de la información	Teoría constructivista del conocimiento
Conocimiento	Respuesta pasiva y automática a estímulos externos	Representaciones simbólicas en la mente del aprendiz	Construcción individual por interacciones entre sujeto y objeto
Aprendizaje por	Asociación	Transmisión	Reestructuración
Construcción del Aprendizaje	La experiencia produce errores en la comprensión de la realidad	El alumno necesita muchas experiencias	A través de la experiencia
Contenidos de Aprendizaje	Preespecificados	Preespecificados	Rechazan la preespecificación
Contexto de Aprendizaje	Ambientalista (Aprendizaje controlado)	Reales y permiten aislarse (Aprendizaje por instrucción)	Realistas (Aprendizaje por experiencia)
Estrategias de Aprendizaje	Son controladas por el ambiente	Unas son específicas y otras son consensuadas	Individuales y personales. Los alumnos controlan su propia instrucción
Aprendizaje Activo y Colaborativo	Aprendizaje pasivo y no negociado	Aprendizaje activo y no necesariamente negociado	Aprendizaje activo y negociado
Metodología de estudio	Métodos objetivos: observación y experimentación	Técnicas de análisis de tareas	Métodos: histórico crítico, de análisis formal y Psicogenético
Evaluación	En función de los objetivos terminales	Considera su separación del contexto	Evaluación dentro del contexto
Sujeto	Pasivo	Activo	Dinámico
Interpretación personal	Otros deciden lo que el alumno debe saber	La estructura del aprendizaje no es única	Cada alumno tiene una interpretación personal

Cuadro 2.1: Diferencias teóricas entre los enfoques: Conductismo, Cognitivismo y Constructivismo. Elaboración propia.

A. Teoría Conductista

El conductismo parte de una concepción empirista del conocimiento, su mecanismo central del aprendizaje es el asociacionismo, se basa en los estudios del aprendizaje mediante condicionamiento (la secuencia básica es la de estímulo-respuesta) y considera innecesario el estudio de los procesos mentales superiores para la comprensión de la conducta humana.

El conductismo se preocupa por usar el método científico (en sentido restrictivo) y considera que sólo se debe hablar de los aprendizajes observables y medibles objetivamente (Marqués y Sancho, 1987).

Algunos de sus representantes son Ivan Pavlov (1849-1936), John Watson (1878-1958), Edwin Guthrie (1886-1959), Edward Thorndike (1847-1949), Skinner (1904-1994) y Neal Miller (1909).

Watson estudió la conexión entre el estímulo (E) y la respuesta (R), él y sus seguidores “mantienen que el aprendizaje era el resultado de un acondicionamiento clásico, es decir, formar nuevas conexiones E-R a través del mismo condicionamiento” (Silva y Avila, 1998, 26).

El conductismo de Skinner está formado por tres elementos fundamentales: estímulo discriminativo, respuesta operante y estímulo reforzante. Skinner ejerce gran influencia en el campo educativo al proponer el modelo de la enseñanza programada que, con el auge de la computadora, recorre nuevas perspectivas.

En la esencia de la enseñanza programada subyace la concepción del aprendizaje como creación de asociaciones. Actualmente es poco aceptada pero la práctica y la repetición como base del aprendizaje de destrezas es un principio reconocido, por supuesto no se debe basar en él toda la enseñanza pues caeríamos en un reduccionismo insostenible en el tiempo por no reconocer los procesos mentales del pensamiento. Más bien se deben aplicar a problemas particulares del aprendizaje de destrezas sencillas (ortografía, pronunciación, cálculo, reconocimiento visual, etc.) en áreas académicas específicas, es decir, “ocupando un papel conocido y limitado en el contexto de aprendizaje global del alumno” (Bartolomé, 1999, 121).

En la obra de Skinner se fundamentan algunos materiales de enseñanza formados por pequeñas unidades de información que requieren una respuesta activa del usuario y quien a su vez obtiene feedback de inmediato (Gros, 2000).

Estos materiales poseen un carácter elementalista y atomista, donde toda conducta es reducible a una serie de asociaciones entre elementos simples, como estímulo-respuesta, muchos presentan frases que recompensan las respuestas correctas, aunque para Skinner, el reforzamiento no depende necesariamente de la noción de recompensa, si se quiere que el individuo dé una determinada respuesta hay que enfrentarlo a ciertas condiciones estimulantes que la provoquen.

Entre los programas de enseñanza tenemos los de ejercitación y los tutoriales, los cuales son satisfactorios para tareas de aprendizaje memorístico y algorítmico pero no fomentan la comprensión, de ellos estaremos hablando en la próxima sección.

Con estos programas, “los individuos aprenden mediante un proceso de ensayo-error, hábilmente dirigido por medio de una serie de refuerzos positivos (o negativos) y la repetición pertinente” (Marqués y Sancho, 1987), o sea que estos programas tienen la función de reforzadores pues nos presentan situaciones o casos que con su ocurrencia permiten que una conducta se repita o sea evitada.

Para el conductismo el aprendizaje es un cambio relativamente permanentemente de la conducta que se logra mediante la práctica y con la interacción recíproca de los individuos y su ambiente, lo cual se logra a través de los programas de adiestramiento y los tutoriales pues son diseñados en términos de una práctica guiada y presentan un feedback que contribuye a reforzar destrezas específicas.

A mitad del siglo pasado, las múltiples anomalías empíricas y factores externos como las nuevas tecnologías cibernéticas y las Teorías de la Comunicación y de la Lingüística hacen que el paradigma conductista entre en crisis y sea sustituido por el procesamiento de información que apoyándose en la metáfora del ordenador, hace posible el estudio de los procesos mentales que el conductismo marginaba. De esta forma se entra en un nuevo periodo de ciencia normal, bajo el dominio de la psicología cognitiva, que llega hasta nuestros días.

B. Teoría Cognitivista

En la tradición asociacionista las ideas se enlazan y para aprender una nueva idea se requiere contigüidad de las impresiones sensoriales (combinación de ideas sencillas para formar la nueva idea) y repetición. Esto fue cambiando a medida que se sucedían adelantos en la psicología del aprendizaje, por ejemplo, la asociación, que para Gagné (1979, 6) “es la forma más sencilla de las capacidades aprendidas, y que constituye el fundamento de otros tipos más complejos de esas mismas capacidades”, pasó de relación entre ideas a enlaces entre estímulos y respuestas.

La distinción básica entre las corrientes conductista y cognitivista radica en la forma en que se concibe el conocimiento. Para el conductismo, el conocimiento consiste fundamentalmente en una respuesta pasiva y automática a estímulos externos del ambiente. El cognitivismo considera el conocimiento básicamente como representaciones simbólicas en la mente de los individuos.

El enfoque cognitivo se interesa en cómo los individuos representan el mundo en que viven y cómo reciben de él la información. Desde Emmanuel Kant (1725-1804), quien argumentaba “que toda la experiencia humana concierne a representaciones y no a las cosas por si mismas” (Gallego-Badillo, 1997, 35), Toulmin (1977) quien se refería a la representación comunitaria o “Darstellum” hasta Gallego-Badillo (1997), para quien el individuo es copia de la sociedad a la cual pertenece, las representaciones permiten incorporar los conceptos científicos a la estructura conceptual, no a través de la memorización sino al aprender a representar con ellos lo que la sociedad quiere significar según unas técnicas que ha elaborado.

Para la Psicología Cognitiva la acción del sujeto está determinada por sus representaciones y “antes de que un comportamiento inteligente se ejecute públicamente, ha sido algoritmizado en la interioridad del individuo”, Gallego-Badillo (1997, 37). Esta concepción del ser humano como procesador de información, utiliza la metáfora computacional para comparar las operaciones mentales con las informáticas.

Así, las representaciones, construidas por la inteligencia, son organizadas por el sujeto en estructuras conceptuales, metodológicas y actitudinales, donde se relacionan entre sí significativamente y en forma holística, permitiéndole al sujeto que vive en comunidad, sostener permanentemente una dinámica de contradicciones entre sus estructuras y las del colectivo para, por ejemplo, tomar sus propias decisiones, expresar sus ideas, etc.

Se ha hecho hincapié en el papel de la atención, la memoria, la percepción, las pautas de reconocimiento y el uso del lenguaje en el proceso del aprendizaje, es por ello que el cognitivismo, presenta una gran variedad de formas y a continuación enumeramos algunas de ellas, las citadas frecuentemente, para el desarrollo de esta corriente psicológica.

Aprendizaje por descubrimiento

En las primeras formas de aprendizaje del lenguaje del niño, el padre o la madre extienden sus elocuciones de tal manera que concuerden con su gramática y no permiten al niño que descubra pues le presentan constantemente un modelo, respecto a ello Bruner (1974, 122) acota;

“Dentro de la cultura, la primera forma de aprendizaje esencial para que una persona llegue a considerarse humana no es el descubrimiento, sino tener un modelo. La presencia constante de modelos y la respuesta constante a las respuestas sucesivas del individuo, en un intercambio continuo de dos personas, constituye el aprendizaje por descubrimiento orientado por un modelo accesible”.

En el aprendizaje por descubrimiento, lo que va a ser aprendido no se da en su forma final, sino que debe ser reconstruido por el alumno al seguir o no un modelo, antes de ser aprendido e incorporado significativamente en su estructura cognitiva.

Otros autores manifiestan sus puntos de vista acerca del aprendizaje por descubrimiento, entre ellos tenemos:

Glaser (1974) se interesa por los datos y las especificaciones del desarrollo de procedimientos y materiales en el aprendizaje por descubrimiento. Su plan de operación contempla las siguientes tareas:

- Analizar la conducta y especificar un modelo tomando en cuenta las diferencias individuales. Son importantes las características de la clase, el estímulo, la respuesta y las características estructurales del contenido junto con los repertorios conductuales pues determinan lo que se quiere enseñar y la manera de hacerlo.
- Especificar las características de los estudiantes antes de la instrucción o al inicio del aprendizaje, en cuanto a: cómo ha adquirido algunos temas, la medida en que interfiere el aprendizaje anterior con el nuevo, si el estudiante es capaz de hacer las discriminaciones sensoriales y las aptitudes que se requieren al inicio del aprendizaje.

- Con la información preinstruccional y la ejecución final, orientar al alumno en el paso de un estado de desarrollo a otro por sí mismo y prever los efectos motivacionales para mantener o extender la aptitud que se trata de enseñar.
- Por último se prepara para medir y evaluar la naturaleza de la competencia lograda por el alumno en relación con criterios de ejecución.

En el aprendizaje por descubrimiento se trata de «descubrir» una regla, concepto o asociación que se ha enseñado (un fin), lo cual es diferente al método de descubrimiento (un medio). En una secuencia de aprendizaje por descubrimiento interviene la inducción (ir de lo particular a lo general), se verifica si al verbalizar la propiedad general o al dar otro ejemplo, el alumno tiene dominio, o sea, la proposición general es la estructura que se descubre (Glaser, 1974). En cambio Shulman y Keislar (1974, 41) acotan que “el proceso de descubrimiento puede ser el resultado de enseñanzas tanto inductivas como deductivas”.

En este tipo de aprendizaje hay poca probabilidad de respuestas correctas, más bien se aprende por ensayo y error, con casos negativos, etc., es por ello que para Wittrock (1974) el descubrimiento no es un camino idóneo si se mide en términos de retención, transferencia, actividad y tiempo.

También Wittrock (1974) sostiene que el aprendizaje por descubrimiento es un fin en sí mismo; es decir, producir la capacidad de descubrir es importante y para ello si se acompaña con información verbal una práctica de descubrimiento puede dar mejores resultados,

“Al enseñárseles a resolver problemas, a comportarse de manera inductiva y científica y a trascender los datos, se ayuda al estudiante a convertirse en persona madura.[...] Es un fin importante por sí mismo; merece atención, y los estudiantes deben tener práctica en descubrir respuestas por sí mismos. Se debe aprender a producir, y no a reproducir, respuestas y conocimientos” (Ibíd., 50).

Para los que no están a favor, digámoslo así, el aprendizaje por descubrimiento es un método donde lo esencial es obtener provecho de las experiencias de otros para no perder tiempo o para no desfallecer al intentar resolver los problemas, en este caso Glaser (1974, 28), apunta que el uso del método de descubrimiento “se reduce a la imposición de una secuencia instructiva estructurada, con el fin de obtener una secuencia relativamente carente de guía, a la cual el individuo agrega su propia estructura”.

Aprendizaje como procesamiento de información

Para Gagné (1979, 2), “el aprendizaje es un cambio en las disposiciones o capacidades humanas, que persiste durante cierto tiempo y que no es atribuible solamente a los procesos de crecimiento”.

El procesamiento de información defiende la interacción de las variables del sujeto y las variables de la situación ambiental en la que está inmerso, ya no es un sujeto pasivo y receptivo (conductismo), ahora se transforma en un procesador activo de la información.

En este enfoque se concibe al ser humano como procesador de información basándose en la aceptación de la analogía entre la mente humana y el funcionamiento de las computadoras. Para ello indaga cómo se codifica la información, transforma, almacena, recupera y se transmite al exterior.

Los principios de la teoría de Gagné se basan en el modelo de procesamiento de información. El modelo señala que un acto de aprendizaje consta de fases: se inicia con la estimulación de los receptores, posee fases de elaboración interna y finaliza con retroalimentación que acompaña a la ejecución del sujeto, esta estimulación externa (condiciones externas) apoyan los procesos internos y favorecen el aprendizaje (Gagné, 1979).

Este modelo explica como, de manera intencional, se puede orientar el aprendizaje hacia metas específicas y por lo tanto planificarlo, incluyendo la adquisición de aptitudes. El principio básico es la planificación de la educación con base en el análisis de la tarea, desde una clase o curso hasta una carrera completa. Gagné pretende ofrecernos un fundamento al momento de planificar la instrucción y para ello toma del conductismo los refuerzos y el análisis de tareas, de Ausubel toma la motivación intrínseca y le da importancia al aprendizaje significativo y toma elementos de las teorías del procesamiento de información para explicar las condiciones internas (Gros, 1997). En el Cuadro 2.2 hacemos un resumen de los lineamientos del aprendizaje desde la teoría de Gagné.

APRENDIZAJE EN LA TEORÍA DE GAGNÉ				
FASES	PROCESO	DESCRIPCIÓN	PAPEL DEL PROFESOR	INSTRUCCIÓN
MOTIVACIÓN	Expectativa	Deseo del sujeto por alcanzar una meta.	Verifica si existe motivación del sujeto y si no, la provoca.	Explicar el objetivo.
COMPRENSIÓN	Atención	El sujeto debe recibir algún estímulo a ser codificado y guardado en su memoria.	Usa distintas estrategias para despertar o mantener la atención.	Cambios en ritmo o tono de voz.
ADQUISICIÓN	Cifrado	El sujeto reconstruye la información para almacenarla en la memoria.	Alentar al alumno.	Usar esquemas y pequeños grupos.
RETENCIÓN	Acumulación	La información ya codificada se almacena en memoria a largo plazo.	Repasos espaciados, motivarlos a crear esquemas.	Proporcionar práctica.
RECUPERACIÓN	Recuerdo	Se evoca la información retenida cuando se necesita.	Da indicaciones para favorecer el recuerdo.	Ejercicios y preguntas
GENERALIZACIÓN	Transferencia	Se aplican los conocimientos aprendidos y recordados a nuevas situaciones.	Favorece el uso de principios y reglas que ayudan en la transferencia.	Discusiones, tareas de resolución de problemas.
EJECUCIÓN	Respuesta	Actúa el generador de respuesta y permite al alumno la práctica de lo aprendido.	Comprueba que el aprendizaje es satisfactorio.	Explicar la respuesta deseada.
RETROALIMENTACIÓN	Afirmación	El sujeto recibe feedback.	Confirma el aprendizaje, verbalmente o con señales.	Evaluar y proporcionar ajustes.

Cuadro 2.2: Aprendizaje en la Teoría de Gagné. Elaboración propia con datos obtenidos en Gros (1997).

Aprendizaje como actividad

El aprendizaje es un proceso individual que se inicia aún antes del nacimiento y que continúa de por vida y de manera progresiva. El sujeto se involucra integralmente en su proceso de aprendizaje (con sus procesos cognoscitivos, sus sentimientos y su personalidad).

El aprendizaje, según Serrano (1990, 53), es un proceso activo “en el cual cumplen un papel fundamental la atención, la memoria, la imaginación, el razonamiento que el alumno realiza para elaborar y asimilar los conocimientos que va construyendo y que debe incorporar en su mente en estructuras definidas y coordinadas”.

Hablamos del aprendizaje como actividad, donde el individuo aprende espontáneamente y su pensamiento está constituido por un juego de operaciones interconectadas, vivientes y actuantes y no por una colección de contenidos, de imágenes, ideas, etc; y el maestro debe interpretar los contenidos en función de estas operaciones que son la base de las nociones que se propone enseñar.

El niño aprende en forma natural basado en el descubrimiento al principio de su vida, es por ello que esos conocimientos perduran, en cambio en la escuela gran parte del conocimiento está tamizado por el docente quien debe motivar al niño al momento de la instrucción. Cuando el niño aprende a través de sus propias vivencias, de su actividad y más si las situaciones que se le presentan son significativas para él surge el aprendizaje de manera espontánea sin necesidad de motivación extrínseca.

El aprendizaje activo implica interacción con el medio y las personas que rodean al niño, puede hacerse en forma individual o en grupo y supone cooperación y/o colaboración. Estas interacciones provocan en el niño experiencias que modifican su comportamiento presente y futuro, porque las disposiciones conductuales y el ambiente no son entidades separadas, lo que ocurre es que cada una de ellas determina la actuación del ambiente (Bandura, 1982).

Los determinantes personales y el ambiente son potencialidades que no operan a menos que sean activadas. En las interacciones sociales, la conducta de cada individuo regula cuáles aspectos de su repertorio potencial puede expresar y cuáles no. Por su puesto, la conducta no es el único determinante de posteriores acontecimientos, también lo son las limitaciones situacionales, los roles, etc.

Cuando el sujeto va aprendiendo se hace capaz de realizar transformaciones en su medio a través de una relación dialéctica y a medida que éstas ocurren, el sujeto aprende cada vez más, así las actividades socializadas son positivas sobre las operaciones intelectuales pues producen conflictos, posiciones divergentes y nuevos problemas que deben ser solucionados, lo cual implica que el grupo conserve sus diferencias una vez justificados los puntos de vista de cada integrante.

Aprendizaje significativo

Para Ausubel, es el aprendizaje en donde el alumno relaciona lo que ya sabe con los nuevos conocimientos, lo cual involucra la modificación y evolución de la nueva información así como de la estructura cognoscitiva envuelta en el aprendizaje y según Serrano (1990, 59), aprender significativamente “consiste en la comprensión, elaboración, asimilación e integración a uno mismo de lo que se aprende”. El aprendizaje significativo combina aspectos cognoscitivos con afectivos y así personaliza el aprendizaje. Nos comentan Ausubel y otros (1997, 17), que:

“Todo el aprendizaje en el salón de clases puede ser situado a lo largo de dos dimensiones independientes: la dimensión repetición-aprendizaje significativo y la dimensión recepción-descubrimiento. En el pasado se generó mucha confusión al considerar axiomáticamente a todo el aprendizaje por recepción (es decir, basado en la enseñanza explicativa) como repetición, y a todo el aprendizaje por descubrimiento como significativo”.

En la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, se presupone la disposición del alumno a relacionar el nuevo material con su estructura cognoscitiva en forma no arbitraria (es decir, que las ideas se relacionan con algún aspecto existente en la estructura cognoscitiva del alumno, como una imagen, un símbolo ya significativo, un concepto o una proposición) y si además, la tarea de aprendizaje en sí es potencialmente significativa tendríamos que cualquiera de los dos tipos de aprendizaje mencionados, pueden llegar a ser significativos.

Ausubel hace una fuerte crítica al modelo de descubrimiento autónomo, señala que el aprendizaje receptivo es el más común y destaca la necesidad de crear inclusiones en la estructura cognitiva de los alumnos a los cuales puedan incorporarse las nuevas informaciones relevantes. Introduce la técnica de los mapas conceptuales con el fin de evidenciar los esquemas previos de los alumnos y la acción del aprendizaje en la modificación de estos esquemas. No logra solucionar el problema de la persistencia de los errores conceptuales pero busca, entre otros aspectos, romper

con el tradicionalismo memorístico, por lo cual argumenta que requerirán el diseño de actividades para comprenderlos, relacionarlos y reforzarlos (Nieda y Macedo, 1997).

Ausubel y otros (1997) señalan tres tipos de aprendizajes, que pueden darse en forma significativa, éstos son:

- *Aprendizaje de Representaciones:*

Es el aprendizaje más elemental, que se da cuando el niño adquiere el vocabulario. Consiste en la atribución de significados a determinados símbolos al igualarlos con sus referentes (objetos, por ejemplo). El niño primero aprende palabras que representan objetos reales con significado para él aunque no los identifica como categorías.

- *Aprendizaje de Conceptos:*

Los conceptos se definen como objetos, eventos, situaciones o propiedades que se designan mediante algún símbolo o signos (Ausubel y otros, 1997). El niño, a partir de experiencias concretas, comprende que la palabra "pelota" pueden usarla otras personas refiriéndose a objetos similares.

Los conceptos son adquiridos a través del proceso de formación (las características del concepto se adquieren a través de la experiencia directa, por ejemplo, el niño aprenda el concepto de "pelota" a través de varios encuentros con su pelota y las de otros niños) y de asimilación (se produce a medida que el niño usa las combinaciones disponibles en su estructura cognitiva, por ejemplo, el niño podrá distinguir distintos colores, tamaños y texturas y reconocer que se trata de una "pelota").

- *Aprendizaje de Proposiciones:*

Exige captar el significado de las ideas expresadas en forma de proposiciones, las cuales se obtienen cuando el alumno forma frases que contienen dos o más conceptos, este nuevo concepto es asimilado al integrarlo en su estructura cognitiva con los conocimientos previos. Dicha asimilación puede hacerse por: diferenciación progresiva (cuando el concepto nuevo se subordina a conceptos más inclusores ya conocidos por el alumno), por reconciliación integradora (cuando el concepto nuevo es de mayor grado de inclusión que los conceptos que el alumno ya conocía) y por combinación (cuando el concepto nuevo tiene la misma jerarquía que los conocidos).

C. Teoría Constructivista

Esta perspectiva es organicista y estructuralista, como acota De Pablos (1998 460), “donde lo fundamental es analizar los cambios cualitativos generados en la organización de las estructuras cognitivas como consecuencia de la interacción entre éstas y los objetos a los que se aplica”. Con frecuencia, se le considera una teoría cognitiva, pues postula la existencia de procesos mentales internos, además tiene algunos otros aspectos en común con esta teoría, a pesar de las diferencias señaladas en el Cuadro 2.1, una de ellas se refiere a que el aprendizaje está centrado en el alumno y esto lo podemos apreciar en los puntos de vista que exponen algunos de sus seguidores, como lo son Piaget, Vygotsky y el grupo de la Escuela de la Gestalt.

Para Piaget y sus discípulos el aprendizaje es una construcción del sujeto a medida que organiza la información que proviene del medio cuando interacciona con él, que tiene su origen en la acción conducida con base en una organización mental previa, la cual está constituida por estructuras y las estructuras por esquemas debidamente relacionados. La estructura cognitiva determina la capacidad mental de la persona, quien activamente participa en su proceso de aprendizaje mientras que el docente trata de crear un contexto favorable para el aprendizaje.

La idea fundamental de los trabajos de Piaget son las estructuras mentales, que básicamente se refieren a la construcción de una organización intelectual que guía la conducta del individuo, aunque Piaget prefiere el concepto de esquema debido a lo rígido, estático y automático del primer concepto. Todos los esquemas surgen de la asimilación recíproca de las estructuras y la acomodación a la realidad exterior. A juicio de Gallego Badillo (1997, 155),

“Todos los esquemas forman una totalidad y son los organizadores de las sensaciones y las percepciones, a las que les confiere sentido. Hay esquemas para la percepción, para el razonamiento y para la acción, en ese integrado holístico. Cada uno es la cristalización de procesos y actividades funcionales en los que priman tendencias opuestas hacia la asimilación y la acomodación, hasta alcanzar el equilibrio”.

Hay acomodación cuando sobreviene una modificación de los esquemas de asimilación debido a situaciones externas (acomodación implica asimilación y viceversa). Pese a la construcción de nuevos elementos, la estructura se conserva, la acomodación y la asimilación tienden al equilibrio.

Según Gutiérrez (1984, 9), “Piaget afirma que no todas las estructuras están presentes en todos los niveles de desarrollo intelectual del individuo sino que se van

construyendo progresivamente, dependientes de las posibilidades operativas de los sujetos”. Así, distingue Piaget 3 períodos psicoevolutivos: *Período sensorio-motriz* (el niño organiza su universo desarrollando los esquemas del espacio, tiempo, objeto permanente y de la causalidad), *período de la inteligencia representativa* (formado por dos sub períodos: preoperatorio y operaciones concretas), *período de las operaciones formales* (el sujeto no se limita a organizar datos sino que se extiende hacia lo posible y lo hipotético).

Entre los aportes de la teoría piagetiana, según Silva y Ávila (1998, 34), tenemos:

- “El desarrollo intelectual es un caso particular del crecimiento.
- La actividad cognitiva es una instancia particular de la adaptación biológica.
- La estructura es un sistema de transformaciones.
- Aprender es un proceso complejo definido por los límites del crecimiento, la estructura cognitiva y la capacidad de cambiar”.

Por su parte, Vygotsky analiza las relaciones entre el individuo y su entorno a través de cuatro niveles: el nivel *ontogenético* (transformaciones del pensamiento y la conducta como consecuencia de la evolución personal), el nivel de desarrollo *filogenético* (relativo a la herencia genética de la especie humana), el nivel *sociocultural* (referido a la evolución de la cultura en la vida del individuo) y el nivel de desarrollo *microgenético*. El enfoque teórico de Vygotsky lo analizamos dentro de la teoría socio-cultural.

Opuesta al asociacionismo está la tradición gestaltista según la cual la diversidad de interpretaciones provienen de las experiencias del sujeto y el aprendizaje adoptaría la forma de una comprensión súbita (*insight*), o sea, una reorganización de esa experiencia. Existen cinco leyes que nos llevan a formas comunes de reorganizar los estímulos, éstas son: Similitud, proximidad, continuidad, cierre y fondo-forma. Así los datos semejantes, próximos, agrupados en línea, no completos o con contornos que destacan del fondo, tiende a formar agrupaciones al momento de la percepción.

Otros importantes investigadores nacionales, también seguidores de este enfoque, actualmente aportan sus interpretaciones y nos ayudan a involucrarnos dentro del mismo, entre ellos tenemos a Ríos (1999, 22), para quien el constructivismo es:

“Una explicación acerca de cómo llegamos a conocer en la cual se concibe al sujeto como un participante activo que, con el apoyo de agentes mediadores, establece relaciones entre su bagaje cultural y la nueva información para lograr reestructuraciones cognitivas que le permitan atribuirle significado a las situaciones que se le presentan”.

Aquí podemos apreciar el énfasis en el desarrollo personal del sujeto, en lo cual intervienen en primer lugar el mismo sujeto, quien participa en forma activa a interpretar la realidad que lo rodea para luego proyectar sobre ella los nuevos significados que construye. Y en segundo lugar, lo hace un agente mediador o la propia institución educativa como mediadora y facilitadora de la socialización.

En la escuela el niño no siempre va a aprender las cosas que le interesan, sino lo planificado por el docente, quizás no coincidan, aunque exceptuamos aquellos centros donde la enseñanza se da por proyectos en cuya planificación el niño participa. En la escuela básica uno de los aprendizajes consiste, entre otras cosas, en aprender las reglas durante la interacción educativa (niveles de exigencia, tipo de comportamiento que debe adoptar, relaciones de subordinación, las referidas al valor de lo que aprende para la promoción académica, etc.). Éste tipo de conocimiento debe ser construido de forma individual y grupal, y casi nunca se enseña explícitamente. El alumno lo va interiorizando, junto a los contenidos, las estrategias adecuadas al funcionamiento de la institución escolar, etc.

Por ello, considera Amay (1998) que uno de los aspectos importantes que se debe destacar en relación al papel del alumnado en la construcción del conocimiento en primaria es dotar de sentido social, cultural, compartido y situado al acto de conocer.

Para finalizar queremos enumerar algunos aportes del constructivismo:

- El sujeto filtra lo que le llega del ambiente para producir su realidad individual.
- Los estudiantes construyen interpretaciones personales del mundo, basados en sus experiencias e interacciones individuales.
- El conocimiento emerge en contextos significativos para el sujeto.
- El modelo constructivista tiene su estructura en el desequilibrio-reordenación-equilibrio, que le permite a la persona superarse constantemente.
- Se presta atención a los conocimientos previos del alumno.
- Globalización de los aprendizajes, aprendizaje significativo.
- Planificar, controlar y reformular objetivos.
- Posibilidad de generalizar y transferir los conocimientos a otros contextos.
- Crear un clima de empatía, respeto, aceptación mutua y ayuda.

D. Teoría Sociocultural

En el paradigma cognitivo se pretende identificar cómo aprende un individuo y el paradigma sociocultural se interesa en el para qué aprende ese individuo, pero ambos enfoques tratan de integrar en las aulas al individuo y al escenario de aprendizaje.

El constructivismo, al igual que las otras corrientes ya estudiadas, presenta distintas formas o clasificaciones, una de ellas considera: las teorías con orientación cognitiva o psicológica y las teorías con orientación social. La segunda de ellas es la que nos ocupa en este apartado.

En la corriente sociocultural distinguimos a Lev Vygotsky (1896-1934), autor de: *El Desarrollo de procesos psicológicos superiores (1931)*, *Lectura de psicología escolar (1934)* y *Pensamiento y Lenguaje (1934)*, quien es considerado el precursor del constructivismo social. A partir de él, se han desarrollado diversas concepciones sociales sobre el aprendizaje que amplían o modifican algunos de sus postulados, pero la esencia de él aún permanece.

El constructivismo es una teoría del aprendizaje que se basa en el supuesto de que los seres humanos construyen su propia concepción de la realidad y del mundo en que viven, la corriente sociocultural sienta sus postulados en la convicción del rol preponderante que la interacción social tiene en el desarrollo cognitivo.

La actividad del sujeto que aprende supone una práctica social mediada, al utilizar herramientas y signos para aprender. De este modo el sujeto que aprende por un lado transforma la cultura y por otro la interioriza. La interiorización o internalización la define De Pablos (1998, 463) como: “la incorporación al plano individual, intrapsicológico, de lo que previamente ha pertenecido al ámbito de nuestras interacciones con los demás”.

En un primer momento, el individuo depende de los demás; en un segundo momento, a través de la interiorización, adquiere la posibilidad de actuar por si mismo y de asumir la responsabilidad de su actuar. Es así, como en contextos socio-culturales organizados, toma parte la mediación cultural a través de la intervención del contexto y los artefactos socio-culturales y se originan y desarrollan los procesos psicológicos superiores: la inteligencia y el lenguaje.

La inteligencia es interindividual y cuando el sujeto comienza a socializar con otros se hace intraindividual (cualquier función del desarrollo cultural del niño aparece

en dos planos: el social y el psicológico), con lo que adquiere y desarrolla las funciones mentales superiores, diferentes a las funciones mentales inferiores que son naturales pues con ellas nacemos. Este es el punto central de distinción entre las funciones mentales inferiores y superiores, es decir, el individuo no se relaciona sólo en forma directa con su ambiente, sino que puede hacerlo a través de la interacción con los demás individuos. Es posible que al hacerlo modifique algunas de sus destrezas o habilidades y con ello puede modificar su estructura cognitiva.

Hemos resaltado aquí tres de los conceptos fundamentales en la teoría de Vygotsky: la mediación, la interiorización y las funciones mentales, ahora nos referimos a la zona de desarrollo próximo (zdp).

La zdp (Vigotsky, 1979, 133):

“No es otra cosa que la distancia entre el nivel real de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con otro compañero más capaz”.

Este potencial de aprendizaje (inteligencia potencial), se encuentra presente en los aprendices que con la ayuda de sus maestros y algunas herramientas externas, como las nuevas tecnologías, tendrán la posibilidad de construir herramientas internas para aprender, así, la zdp define funciones que todavía no han madurado pero están en proceso.

Como el conocimiento y la experiencia de los demás posibilita el aprendizaje del individuo; entonces debemos procurar que las interacciones con ellos sean ricas y amplias. La zona de desarrollo próximo, en consecuencia, está determinada socialmente. Aprendemos con la ayuda de los demás, aprendemos en el ámbito de la interacción social y esta interacción social como posibilidad de aprendizaje es la zdp.

La zdp es una metáfora en doble sentido: porque aglutina las tesis centrales de la teoría sociocultural vigotskiana y porque resume su planteamiento relativo a las relaciones entre cultura, educación y desarrollo psicológico (Hernández, 2000).

Para terminar reiteramos, la inteligencia es producto del aprendizaje y se desarrolla en un contexto social y cultural determinado y como tal es un sistema abierto y regulable, donde a través de la mediación adecuada de los adultos se desarrolla el aprendizaje potencial de los niños.

2.1.2 Teorías de la Enseñanza

La enseñanza es comunicación en la medida en que responde a un proceso estructurado, en el que se produce intercambio de información (mensajes entre profesores y alumnos), según Zabalza (1990), mientras que Stenhouse (1991, 53) entiende por enseñanza las estrategias que adopta la escuela para cumplir con su responsabilidad de planificar y organizar el aprendizaje de los niños, y aclara, “enseñanza no equivale meramente a instrucción, sino a la promoción sistemática del aprendizaje mediante varios medios”.

Para nosotros, la enseñanza es una actividad sociocomunicativa y cognitiva que dinamiza los aprendizajes significativos en ambientes ricos y complejos (aula, aula virtual, aula global o fuera del aula), síncrona o asíncronamente.

Con ella manifestamos que la enseñanza no tiene razón de ser si con ella no se produce un aprendizaje, bien lo expresa Zabalza (1990), la enseñanza adquiere todo su sentido didáctico a partir de su vinculación al aprendizaje; que no está confinada al aula ni ocurre sólo por la interacción simultánea de dos personas.

En estos nuevos entornos de enseñanza-aprendizaje, se retoma la polémica sobre la utilidad de las aportaciones de las diversas teorías de enseñanza-aprendizaje y se proponen nuevos modelos integradores que incluyan entre sus postulados las ventajas de cada corriente. En esta línea, De Pablos (1998) propone reflexionar sobre la incorporación de las nuevas tecnologías al mundo educativo y que su incidencia no repercuta sólo en la eficiencia en algunas tareas sino que lo haga en diversas dimensiones humanas pues la influencia de estos medios de enseñanza no se dirige a estructuras cognitivas concretas sino a su funcionamiento integral.

Desde estos modelos de enseñanza integrados, es posible que veamos al profesor tomando decisiones, mientras reflexiona en la acción, sobre la manera de abordar las diversas interacciones que ha de gestionar, organizándose al conocer la manera de motivar a sus alumnos, tomando en cuenta no sólo los medios informáticos de que dispone sino sus diferencias individuales, sin que eso signifique transformar su tarea educativa en una actividad meramente operativa o que los recursos tecnológicos asuman el rol que a él le corresponde, máxime si no cuenta con todo el apoyo de las NTIC.

Estaremos propiciando acciones desde la comunidad científica para que estos nuevos modelos repercutan en la calidad de la enseñanza, la cual supone una

conciencia de las implicaciones de la toma de decisiones y el empleo de la autoevaluación como medio para reconducir la planificación de forma que se aproveche el potencial de las situaciones docentes para así proporcionar a los alumnos experiencias de aprendizajes significativos.

Así lo esperamos porque las decisiones sobre enseñanza no pueden ser sólo técnicas, pues llevan implícitas opciones de valor, bien lo expresa Ferreres (1999), cuando indica que los procesos de enseñanza se encuentran penetrados por valores y por tanto hay que identificar su calidad en los valores intrínsecos de la práctica educativa y no en los valores de los productos pues ello supondría afirmar una injustificada relación causal entre enseñanza y aprendizaje.

La imagen del profesor como técnico es insuficiente y los resultados de la investigación proceso-producto no permiten dirigir ni resolver la variedad de problemas que se plantean en la enseñanza.

Desde la perspectiva heurística, el profesor es un sujeto capaz de diagnosticar y detectar los problemas prácticos que el diseño, desarrollo, implementación y evaluación del currículo implica. Y en el enfoque socio-crítico, la acción comunicativa de los protagonistas del hecho educativo no se opone a los valores ni a la interpretación de los acontecimientos, más bien se genera en el seno del equipo, pertenece a “nosotros”, escucha a otros que descubren ideas y sentimientos, quienes a su vez reciben los nuestros, nace del seno de la situación, la interpreta y ofrece salidas a su problemática, a través del entendimiento y el acuerdo.

Es ésta apenas una de las variables, que inciden en el proceso de enseñanza-aprendizaje, que estaremos revisando dentro de las teorías de las diversas escuelas psicológicas, con este análisis queremos iniciar un camino hacia los modelos integradores capaces de armonizar el mayor número de principios en cada una de ellas evitando turbulencias producidas de su aplicación por separado.

Para finalizar queremos puntualizar que no depende de tecnologías sofisticadas las mejoras en los procesos de enseñanza-aprendizaje, sino de propuestas robustas pedagógicamente, avaladas en modelos que las integren y que demuestren el mejor uso de las tecnologías a nuestro alcance, para lograr la calidad en nuestra educación.

A. Enfoques tradicionales de la Enseñanza

Al revisar las teorías procedentes de las diversas escuelas psicológicas, nos encontramos con muchas diferencias entre ellas, para el enfoque técnico seguimos al neoconductismo de Tolman y Skinner, donde el alumno es activo en relación con los arreglos contingenciales del profesor-programador y la actividad está condicionada por las características prefijadas por el programa de estudios.

En el enfoque heurístico destacan Piaget, Bruner y Stenhouse, para quienes es importante el desarrollo de habilidades de aprendizaje, la actuación del docente como propiciador de ambientes para la organización de esquemas y aprendizajes significativos y el alumno como activo procesador de información.

Mientras que en el enfoque sociocrítico son importantes los trabajos de Vigotsky, Luria, Leontiev, Galperin y Elkonin, quienes se plantean la problemática de los vínculos entre los procesos psicológicos y los socioculturales, en este enfoque el docente es un promotor de zonas de desarrollo próximo con dominio de la tarea, maneja mediadores y es sensible a los avances progresivos de los alumnos, quienes toman conciencia y ejecutan las tareas con un desarrollo integral.

En base a la utilización de algún modelo de enseñanza se logran algunas ventajas:

- Ayudan a organizar y planear todos los elementos que intervienen en el acto educativo, a corto o a largo plazo.
- Facilitan el logro de los objetivos: cognoscitivos, afectivos o psicomotores; generales, particulares o específicos.
- Ayudan a evitar la improvisación y a reducir el fracaso escolar.
- Facilitan la formación integral del alumno, al motivarlo, captar su atención y al mantener su interés en los diferentes momentos de la clase.
- Facilitan la evaluación del alumno, del mismo proceso educativo y la autoevaluación.
- Permiten identificar cuales son los roles a desempeñar por docentes y alumnos.

Podemos ver algunas características de la enseñanza que determinan distintas formas de reflexión y acción sobre el trabajo de los profesores desde las dimensiones técnica, heurística y sociocrítica, en forma resumida, en el Cuadro 2.3 y luego los estaremos ampliando en los próximos apartados.

DIMENSIÓN DE LA PRÁCTICA EDUCATIVA			
	TÉCNICA	HEURÍSTICA	SOCIOCRÍTICA
ENSEÑANZA	Se considera desde el rigor de la ciencia aplicada.	Se considera desde la perspectiva de la ciencia social.	Se considera desde la perspectiva de la filosofía y la sociología.
META EDUCATIVA	Descripción, predicción y control del comportamiento.	Toma de decisiones basadas en la capacidad para organizar información del medio. Aprender a aprender.	Evolución dialéctica de las tomas de conciencia. Autonomía moral e intelectual.
MÉTODO DE E-A	Enseñanza programada	Activación y reestructuración de los esquemas existentes. Conducción de los procesos necesarios para cada tipo de aprendizaje. Estrategias instruccionales, cognitivas y metacognitivas.	Partir de situaciones problemáticas que causen desequilibrio. Aplicar: observación, comparación, análisis hasta formular modelos conceptuales, avanzar en la construcción de modelos formales, verificarlos; ejercitarlos y buscar nuevas aplicaciones
VALORES	Prescritos, absolutos, imperantes, los filtra la Administración. La Axiología no es ciencia.	Se relativizan los valores prescritos, se reconoce su influjo en la praxis docente, son interpretables y explícitos. La Axiología existe como ciencia social.	Compartidos, cooperativos, crítica de la ideología, liberadores, solidarios e intersubjetivos.
MEDIACIÓN	Técnicas magistrales. Uso del libro de texto o documentos elaborados por expertos.	Técnicas cooperativas. Materiales elaborados por los maestros y el centro. Se enfatiza al maestro que transmite en forma original la información.	Técnica de dinámica de grupos y juegos. Creación de materiales, fruto de la negociación y el consenso. Se enfatiza la relación sujeto-objeto.
PROFESOR	Técnico que aplica las estrategias y utiliza los recursos para alcanzar los objetivos. Director del aprendizaje.	Responsable de la toma de decisiones, autónomo, creador y deliberador. Mediador en el proceso de desarrollo curricular.	Profesor crítico, reflexivo e investigador, trabaja en equipo y es transformador de su entorno. Agente de cambio social.
EVALUACIÓN	Evaluar los conocimientos previos, progreso y dominio final.	Regulación. Evaluación de acuerdo con objetivos basados en la taxonomía de Bloom y en otras estrategias.	Regulación del proceso.

Cuadro 2.3: Dimensión de la práctica educativa. Adaptado de Sarmiento (2000).

El enfoque Técnico

No todos los aprendizajes son automáticos en el sujeto, como prescribe el condicionamiento clásico. La mayor parte de las conductas no las provocan los estímulos externos sino la voluntad propia. Las acciones humanas dentro de un entorno determinado para producir ciertas consecuencias, son denominadas por los psicólogos como *operantes*.

Uno de los autores en seguir un tipo de conductismo diferente al de los behavioristas cuantitativos fue Skinner y de él y sus colaboradores recibe gran influencia el ámbito educativo, primero con los procesos de reforzamiento en las situaciones de enseñanza-aprendizaje y luego con la aplicación de los principios del condicionamiento operante.

Para Skinner, el refuerzo es “todo aquello que incrementa la probabilidad de una reacción” y los operantes “son elementos conductuales o una serie de comportamientos semejantes que el organismo realiza en el momento presente o puede realizar”, así “el condicionamiento operante consiste en suscitar esas conductas por medio de manipulación de los estímulos, de modo que puedan ser producidas a discreción, con sólo exponer el organismo a los estímulos a los que está condicionado” (Good, 1983, 130).

Según Gros (1997, 36),

“La idea básica de Skinner es doble; el material a enseñar debe subdividirse en fragmentos que permitan aportar con más frecuencia feedback y por tanto, reforzamiento a los estudiantes. En segundo lugar, mediante este procedimiento se da al alumno mayores oportunidades de responder con mayor frecuencia, de ser más activo”.

También se hace hincapié en la práctica, pues durante ella las respuestas pueden ser modeladas por medio del reforzamiento (Rosenthal y Zimmerman, 1982). A partir de la respuesta del sujeto y del refuerzo que se le establezca, se debe analizar la probabilidad de ocurrencia de dicha respuesta para, así, controlar el comportamiento.

Para los psicólogos conductuales lo importante es saber disponer la situación de aprendizaje de manera que las respuestas dadas por el sujeto sean reforzadas para que aumente su probabilidad de ocurrencia. Para ello dispone el docente de dos tipos de programas: los de refuerzo continuo e intermitente. Una vez que una nueva conducta sea dominada, se usan los programas de refuerzo intermitente para que se mantenga.

Se debe evitar el aburrimiento y conducir al alumno siempre hacia adelante, como apuntan Araujo y Chadwick (1988), el currículo debe estar bien elaborado para guiar al sujeto para que no cometa errores. Para ello se necesita distribuir el material en pequeñas partes, una correcta secuencia, cada una apoyándose en la anterior, de tal manera que el alumno pueda seguir aprendiendo independientemente de toda la información precedente y con un mínimo de error, esto se logra siguiendo la metodología de la enseñanza programada (Vaquero, 1992).

Para Rozada (1997) el planteamiento técnico del currículo tiene dos puntos de vista: la materialización de propuestas didácticas concretas y lo relativo al contexto social, político e ideológico donde se desarrollan. El primero lo denomina enfoque técnico en un sentido restringido y el segundo enfoque técnico en un sentido amplio.

Este autor, entiende el *enfoque técnico en un sentido restringido* como el conjunto de propuestas “tendientes a racionalizar la actividad de enseñar planteándola como una cuestión tecnológica que debiera ser abordada a partir de los conocimientos aportados por la ciencia” y que por los 60’s se desarrollaron en los EEUU y por los 70’s en España (Rozada, 1997, 37).

Se pretende en esta concepción convertir a los profesores en buenos técnicos, eficaces en la consecución del aprendizaje, capaces de seguir los lineamientos de los expertos, desarrolladores de la planificación educativa y que inducen a los alumnos a seguir una actividad condicionada por las características prefijadas del programa de estudios. Se evidencia un esquema de entradas-procesos-salidas donde las entradas son sucesos modelados; los procesos son la atención, la retención, la reproducción motriz y la motivación y las salidas son los comportamientos de imitación o de repetición.

Esta forma concreta de asumir el currículo resulta inviable a la hora de llevar a cabo y evaluar la tarea de enseñar, por lo cual ya desde los 80’s se hacían revisiones en el campo académico y en el ámbito de la formación permanente en España, de donde hemos heredado las bases y fundamentos de nuestro actual Currículo Básico Nacional (CBN).

Rozada (1997, 38), entiende por *perspectiva técnica en un sentido amplio* “el tipo de ideología y de racionalidad dominantes en las denominadas sociedades del capitalismo avanzado”, producto de revoluciones industriales donde la burguesía toma el poder político e impone su ideología.

Esta tendencia se caracteriza por la reducción del racionalismo a su vertiente instrumental (los problemas se abordan desde el punto de vista de los medios y no de lo ético, moral y político); imperan los principios, valores y relaciones correspondientes a la sociedad de mercado; en la enseñanza es primordial lo relativo a inversiones y se deja de lado todo lo que tiene que ver con formación del profesorado, modernización de programas, organización escolar, etc; las decisiones en cuanto a la gestión de los asuntos públicos se dejan en manos de los expertos; la metodología seguida es la enseñanza programada, donde el alumno sigue un programa de forma tal que al final del mismo ha aprendido lo que se pretendía, esto limita su creatividad, autonomía y la innovación, así como la toma de decisiones consciente; etc.

Estas son algunas críticas a este enfoque, otros autores también exponen críticas referidas al diseño de un currículo y son presentadas por Stenhouse (1991) junto con objeciones expuestas por Popham (1968, citado en Stenhouse, 1991), una de ellas menciona que los objetivos importantes de un currículo son los que se pueden definir en términos de conducta lo cual provoca la desaparición de otros que son importantes pero no son fácilmente detectados, a lo que este autor objeta que si los objetivos son explícitos, el docente puede ocuparse de los resultados educativos más importantes y evitar los objetivos insustanciales pero para Stenhouse (1991) muchas de esas metas importantes son limitadas e instrumentales.

Otras críticas aducen el desaprovechamiento de imprevistos que ocurren en el aula, a lo cual Popham replica que los hechos fortuitos se consideran siempre que acarreen el logro de objetivos importantes.

Estos elementos conductuales son puestos en segundo plano por los teóricos cognoscitivos, quienes subrayan los aspectos conceptuales del aprendizaje; al igual que Skinner, conceden importancia a las capacidades del hombre, recalcan que el aprendizaje suele ser sistemático, activo y que no se reduce a simples asociaciones, que los criterios acerca del proceso ayudan al profesor a mejorar su enseñanza y que no puede haber desarrollo educativo sin el desarrollo del profesor a través de la crítica a su práctica y no clarificando los fines.

El enfoque Práctico

La reacción en contra del tecnicismo origina este planteamiento que se caracteriza por destacar el carácter variable, situacional e incierto de la enseñanza; gestiona una realidad compleja que exige la toma de decisiones prudentes y equilibradas; el docente ocupa un papel central tanto al investigar, planificar o innovar en la enseñanza; etc. (Rozada, 1997).

En este enfoque son importantes los trabajos de Piaget y Bruner, entre otros. El primero de ellos presenta una vasta obra donde enfatiza la formación de un hombre activo, crítico, reflexivo y creativo a través de instrumentos básicos del pensamiento (Serrano, 1990).

Desde la concepción de Piaget para la enseñanza y el aprendizaje, debe considerarse que en las distintas etapas de desarrollo del niño, varían sus estrategias y operaciones cognoscitivas, razón por la cual, el docente debe estar alerta para hacerles las exigencias adecuadas, organizar situaciones de aprendizaje acordes a su desarrollo y así lograr su participación (cognitiva) activa, como persona con afectos y vivencias particulares.

Para Bruner (1974), una manera de enseñar que provoque transferencia en el niño cuando utiliza el material que ha aprendido, debe considerar seis factores:

- La actitud del niño debe llevarlo a trascender los datos y usar la cabeza para resolver un problema.
- Los materiales nuevos aprendidos deben ajustarse al marco de referencia de manera que se adueñe de ellos y use tal información de modo compatible con lo que ya sabe.
- El niño activa su propia capacidad de resolver problemas.
- El niño practica las aptitudes relacionadas con el empleo de la información y la solución de problemas.
- Los niños no consiguen explicar cómo hacen algunas cosas pero al volver sobre su propia conducta tienen la oportunidad de reflexionar sobre ello.
- La capacidad de manipular la información, para emplearla en la solución de problemas.

El alumno selecciona, codifica, abstrae, interpreta, integra y recupera información para solucionar problemas y el docente debe propiciar situaciones de

aprendizaje donde el niño participe, haga, piense y descubra (explore la situación); debe presentar la materia de modo agradable, interesante y comprensible al niño y, también, debe esperar a que los niños estén dispuestos a volver en sí mismos, antes de hacer las abstracciones para que las entiendan. La activación al momento de solucionar problemas recompensa a los niños intrínsecamente y la compatibilidad de la nueva información con la que el niño posee es análogo a los aprendizajes significativos (de los cuales hablaremos en la próxima sección).

Según Bruner, la enseñanza puede facilitar el proceso de descubrimiento de los niños por sí mismos, sin que ello signifique encontrar verdades totalmente nuevas. Y para ello la enseñanza debe propiciar un ambiente lleno de situaciones que el niño pueda abordar, que favorezcan su autonomía y que lo estimulen a aprender haciendo; debe tomar en cuenta el orden eficaz de los materiales y que el alumno aprenda a través de su actividad, que aprenda descubriendo y resolviendo problemas (Serrano, 1990).

Para ello, las estructuras como procedimiento, conceptos y criterios no pueden ser traducidas a niveles de realización de objetivos y si sobre ellas se construye el currículo se posibilita la traducción cortés del conocimiento de Bruner y se “permite un aprendizaje que desafía todas las capacidades y todos los intereses de un grupo variado” (Stenhouse, 1991, 129).

Stenhouse captó, a juicio de Elliott (1994, 269), el significado pedagógico de la consideración de la educación como una forma de praxis, entendida como “la actualización de ciertas cualidades éticas en la forma que unas personas dirigen sus vidas en relación con las demás”, en vez de cómo un proceso técnico. Esto le permitió considerar el currículo como praxiología (estrategias hipotéticas para llevar las ideas a la práctica).

Para Stenhouse (1991), debe utilizarse un modelo de procesos, en lugar de uno de objetivos, para sacar ventaja de las estructuras de criterios y principios de procedimientos proporcionadas por las disciplinas del conocimiento. Así presenta su Humanities Currículo Project, donde se empeña en desarrollar una forma de enseñanza basada en la discusión, en la que los alumnos examinen críticamente los datos bajo la dirección del profesor (puede considerarse como experto o bien como un estudiante más), con la finalidad de desarrollar una comprensión de las situaciones sociales y las cuestiones controvertidas.

Cualquier modelo de proceso se basa en el juicio del profesor, más que en su dirección, es exigente y difícil de realizar en la práctica pero le ofrece perfeccionamiento profesional por ser un modelo esencialmente crítico, no evaluador (Stenhouse, 1991). Y en ello está de acuerdo Rozada (1997), para quien la enseñanza es una práctica del saber gestionar una realidad compleja, que si sólo se aplica a los problemas del aula o del centro resultan propuestas útiles para corregir los errores de la perspectiva técnica en sentido amplio (neotecnicismo), sólo si la reflexión implicada en ello se lleva al campo ideológico y sociopolítico, provoca un enfrentamiento entre la perspectiva práctica y la técnica, cerca de los terrenos de la crítica (cuasicríticos).

El enfoque Sociocrítico

Las investigaciones relacionadas con el conductismo psicopedagógico han evolucionado en las últimas décadas, debido a que el condicionamiento operante ofrece una explicación limitada del aprendizaje. Se amplía la noción de aprendizaje hasta abarcar el estudio de los procesos cognitivos no observables de forma directa.

En esta línea, está la teoría del Aprendizaje Social de Bandura (1982) para quien las teorías tradicionales del aprendizaje, aunque correctas, son incompletas, porque ofrecen una explicación parcial del mismo y descuidan elementos importantes, en particular la influencia de la componente social. En sus estudios, el ambiente y los determinantes personales son sólo potencialidades, el primero opera al ser actualizado por una conducta apropiada y los segundos operan al ser activados, de allí que el funcionamiento psicológico se explica en términos de una continua interacción recíproca entre determinantes individuales y ambientales.

También, Román y Díez (1999) consideran que en la escuela son importantes el actor y el escenario del aprendizaje. Y desde esa perspectiva afirman que tanto los niños, jóvenes, adultos y las organizaciones aprenden, por lo tanto el aprendizaje es individual (actor) y social (escenario). Por ello Rozada (1997) opina que en el campo de la crítica teórica, se debe cultivar:

- *La reflexión como introspección:* Referida al conocimiento de nuestro propio pensamiento y de los condicionamientos subjetivos contenidos en él. Se distinguen dos formas de autocrítica. La primera se dirige al conocimiento de nuestra personalidad profunda y la segunda, tiende a la autoconciencia de la ideología que nos domina.

El comportamiento social se rige por construcciones ideológicas y el soporte de materialización de esa ideología lo constituyen los signos y sus significados, por lo tanto, “el análisis de los lenguajes y la reflexión sobre los significados que atribuimos a los signos, constituye el ejercicio básico para desarrollar niveles de autoconciencia que nos permitan controlar mecanismos inconscientes o implícitos, mediante los que actúa la ideología dominante” (Rozada, 1997, 47). En lo que respecta a la escuela, debe enfocarse nuestra reflexión hacia el núcleo de la ideología: el discurso liberal-burgués (avances de la escolarización de masas con el planteamiento de los problemas educativos y el Estado).

- *La ilustración* mediante el recurso del conocimiento académico: Se refiere a los aportes de la filosofía, la ciencia y, en general, al conocimiento académico, que enriquece el pensamiento e impulsa la crítica de los propios esquemas mentales. Si bien es cierto que la aplicación de los conocimientos científicos han liquidado los planteamientos filosóficos, ponen de manifiesto las limitaciones de la enseñanza y lo inalcanzable de los objetivos educativos, igualmente hay que reconocer lo dificultoso del ejercicio de una crítica práctica dirigida a transformar la realidad, pues “la crítica a nuestro pensamiento debe ser causa y efecto de nuestro trabajo dirigido a la transformación de las bases materiales de existencia” (Rozada, 1997, 49).

Habermas, pensador contemporáneo, contribuye al conocimiento de los rasgos de esta ideología. Para él la racionalidad pudiera ser dialógica, “la razón podría ser el diálogo”, este planteamiento y la teoría crítica rompen con el modelo teórico-práctico de la relación sujeto-objeto que será sustituido por un modelo donde el conocimiento y la acción se conciben como relaciones entre sujetos (Ferrerres, 1992, 15).

La teoría crítica de la enseñanza intenta reducir la distancia entre teoría y práctica mediante un proceso de investigación centrado en los problemas presentes en la propia práctica con el fin de transformarlos (Hernández y Sancho, 1993).

El planteamiento crítico de la enseñanza, según Rozada (1997), se centra en la naturaleza sociopolítica y no didáctica. En este sentido, la enseñanza es una reorganización del avance de las funciones psicológicas mediante la zona de desarrollo próximo, se crean sistemas de apoyo (andamiaje) para que el proceso de e-a vaya de la desregulación a la autorregulación. Este paradigma avanza en la noción de la conciencia de integración, lo que permite también dar un paso adelante en la noción de la educación integral.

B. Otros Modelos para entender la Enseñanza

Ya hemos visto los enfoques tradicionales para entender la enseñanza, la perspectiva asociacionista que no incorpora los eventos mentales en sus teorías, argumentando que por ser imposible observarlos y medirlos no puede estudiarlos objetivamente y frente a esta postura se abre camino, durante los años 50's y 60's, una concepción que considera al sujeto interactuando con su medio mediante procesos mentales cognitivos, es la postura cognitivista (ver Figura 2.1), que focaliza su atención en la mente, en cómo el individuo recibe la información, la asimila, almacena y la recuerda. Basándose en ella, algunos investigadores (Piaget, Vygotsky) extrapolan sus hallazgos para incluir las influencias de los entornos de aprendizaje, en cuanto a lo social, cultural e histórico. Surge la perspectiva constructivista.

Hemos brevemente expuesto dos enfoques: el behaviorista y el cognitivista, que se diferencian en que este último da más énfasis a factores dentro de la mente del aprendiz y menos a los factores del entorno. Las teorías del aprendizaje cognitivo no ofrecen una guía de cómo enseñar, pero identifican métodos útiles para situaciones particulares.

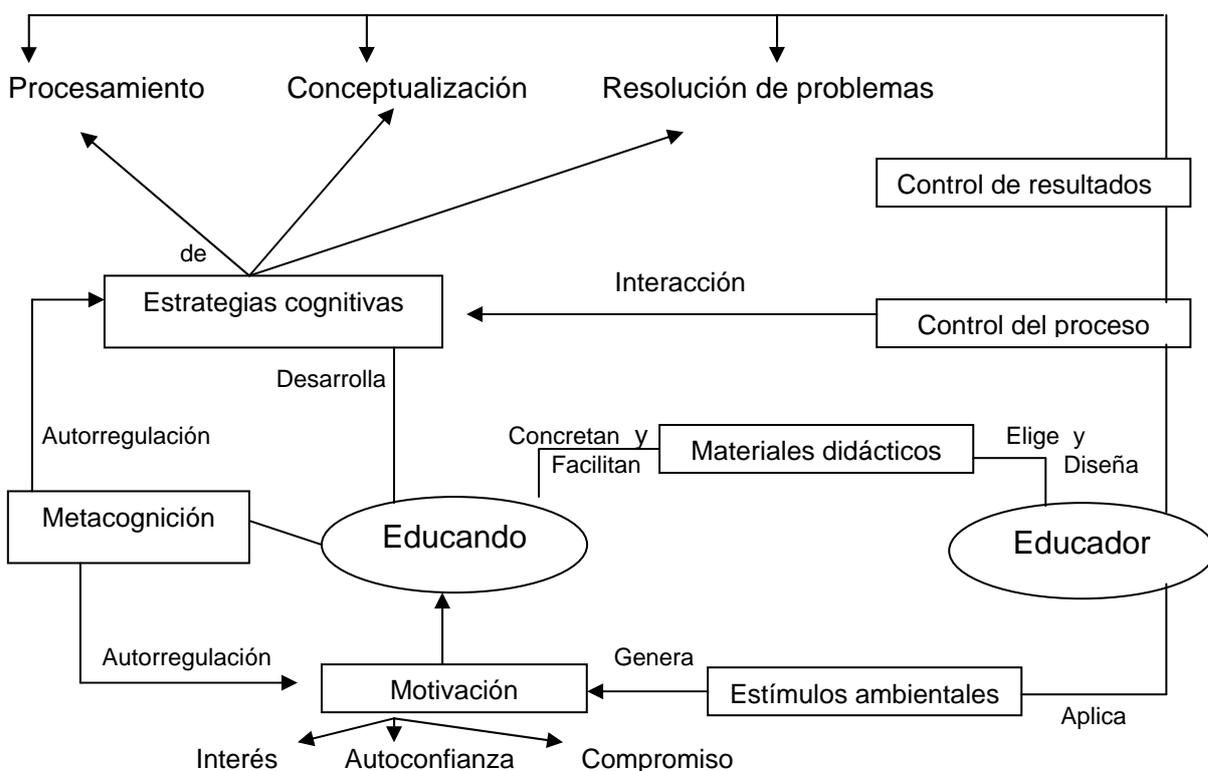


Figura 2.1: Esquema del modelo pedagógico cognitivista (Sarramona, 2000, 230).

En la actualidad, la introducción de las nuevas tecnologías al mundo educativo propicia la aparición de nuevos modos de entender estas perspectivas, de tal manera que su influencia no se dirige a estructuras cognitivas concretas sino a su funcionamiento integral. En este apartado expondremos algunos de estos modelos, sin pretender con ello reducir el campo de estudio respecto a este tema.

Pues bien, los modelos pueden ser representaciones visuales de los procesos de enseñanza, tema que nos ocupa, o descripciones textuales que muestran sus elementos y las relaciones entre ellos. Uno de tales modelos es el *modelo pedagógico de resolución de problemas*, que, básicamente, pretende superar los obstáculos que impiden que el individuo (o sistema) alcance una meta (ver Figura 2.2).

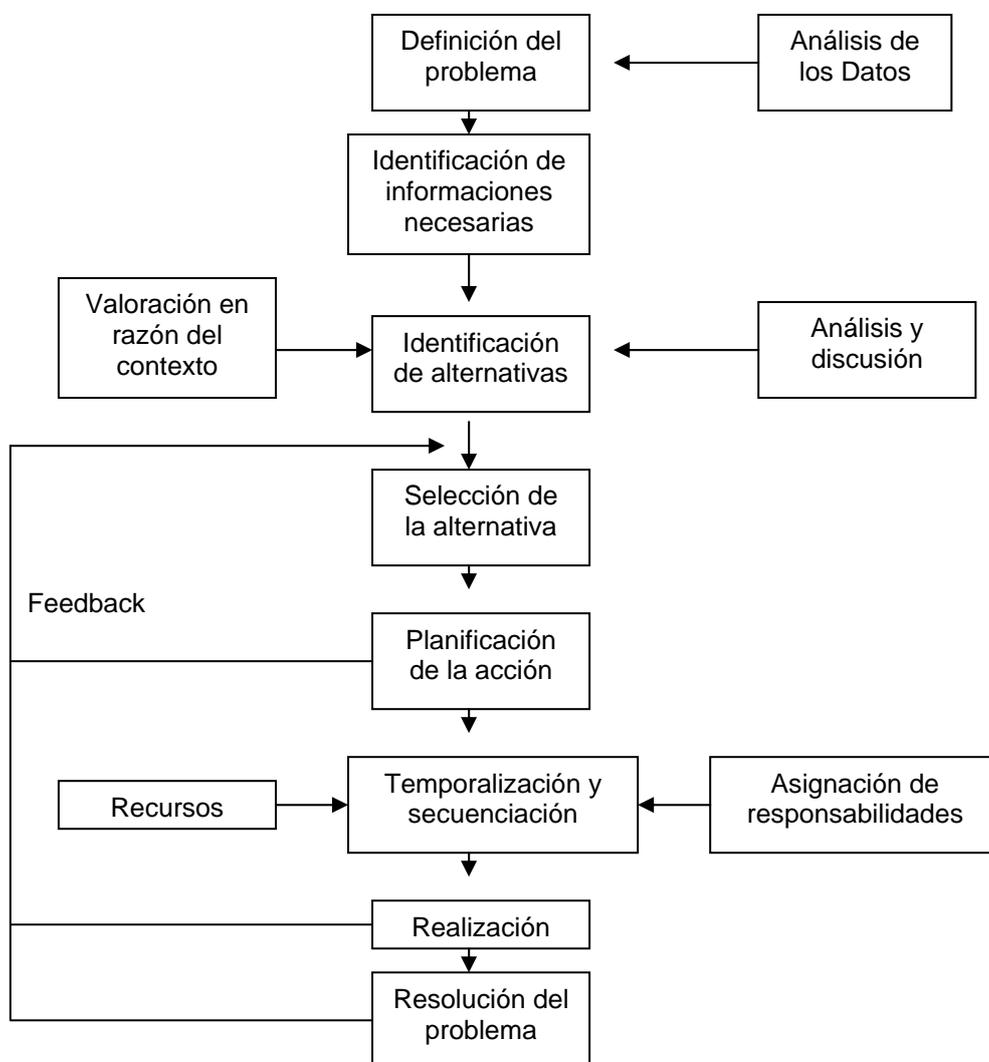


Figura 2.2: Esquema de resolución de problemas (Sarramona, 2000, 259).

Los problemas pueden resolverse por ensayo y error (enfoque asociacionista), por comprensión súbita (insight, de la escuela de la Gestalt) o por la aplicación de estrategias previamente aprendidas que dan lugar a nuevas estrategias para enfrentar situaciones posteriores.

En este último caso, se siguen normalmente cuatro pasos: definir el problema (tener claros los puntos de partida y de llegada), determinar una estrategia de solución (podemos distinguir dos tipos de estrategias: las algorítmicas que contienen un conjunto de reglas a seguir para resolver el problema y las heurísticas que parten de conjeturas que se aplican cuando se desconoce la manera exacta de resolver el problema), ejecutar la estrategia (tomar en cuenta la valoración de las alternativas, secuencia de actuación, tiempo en cada fase y asignación de tareas y responsabilidades) y evaluar su eficacia (constatar si el problema ha sido resuelto); los cuales hemos apreciado gráficamente en la Figura 2.2.. En este modelo, hay una vuelta a las fases anteriores, en caso que el problema no se haya resuelto, y esto involucra un feedback (Sarramona, 2000).

Pero desde la aldea global nos preguntamos cuáles modelos seguir para utilizar las nuevas tecnologías. Bartolomé (1995b) nos propone tres modelos en atención a cuatro aspectos: el aprendizaje en grupo con el profesor (viejas clases magistrales a muchos grupos, en muchos sitios, al mismo tiempo, usando los nuevos canales), estudio individual (el flujo de información hacia el sujeto es ancho mientras que él envía decisiones sobre su búsqueda), tutoría (en tiempo real o diferida) y el trabajo en pequeño grupo (también en tiempo real o diferido). En el Cuadro 2.4, presentamos los modelos en atención a estos aspectos.

El primero de estos modelos es el modelo magistral y se refiere a la difusión de información sobre materiales multimedia sin actividades de aprendizaje. El segundo es el modelo participativo, donde lo primordial es la comunicación, presenta tres variantes: sistemas basados en la creación de espacios virtuales, sistemas participativos basados en la integración de los medios y sistemas integrados gestionados por ordenador. En el tercer modelo, investigador, se refiere a los espacios virtuales donde docentes y alumnos tratan de poner en práctica los conocimientos, las estrategias y los recursos que tienen a su disposición, la comunicación es bidireccional y la participación es alta.

MODELOS			
	MAGISTRAL	PARTICIPATIVO	INVESTIGADOR
OBJETIVO	Difundir información	Fomentar la participación del sujeto en el proceso de comunicación	Prima la actividad del sujeto en relación a la búsqueda, análisis, manipulación, elaboración y tratamiento de la información
RECURSOS	Materiales multimedia	Videoconferencia, correo electrónico, Redes informáticas, fax, tlf y clases virtuales	Software, material informático, hipermedia y los recursos de Internet
CLASE	Sesiones pregrabadas y distribución de programas	Sesiones en directo, con canales lo más simétricos posible	Apenas existente
ESTUDIO INDIVIDUAL	Programas informativos	Tiene gran importancia	Tiene gran importancia
TUTORÍA	Indiferente, diferida o en tiempo real	Diferida o en tiempo real	Diferida
TRABAJO EN GRUPO	Se da poco	Se fomentan las relaciones del grupo, son diferidas o en tiempo real	Importante según el caso. En general, diferida

Cuadro 2.4: Modelos de Enseñanza para los nuevos canales. Elaborado con datos de Bartolomé (1995b).

En esta línea, Fernández (1998) expone una propuesta didáctica que denomina *Modelos de Enseñanza Inteligentes*, la cual se refiere a la integración de las nuevas tecnologías en ambientes convencionales de enseñanza-aprendizaje, para ello se preocupa del apoyo tecnológico para soportar procesos sofisticados de enseñanza, crear conciencia crítica que permita utilizar los recursos tecnológicos como herramientas de alto poder en la enseñanza y el aprendizaje y que el educador no se convierta en un simple técnico

Este modelo pretende integrar los aportes de las teorías cognitivas y constructivistas para el aprendizaje (que ya estudiamos); los aportes de las teorías de la creatividad de inteligencias de Gardner (1996) y Lazear (1991), que ofrecen actualmente algunos elementos que permiten calificar las intervenciones educativas para hacer que las mismas atiendan a las diferencias individuales de los estudiantes en la tecnología instruccional, y la intervención de las nuevas tecnologías (NTIC), entendiendo que los altos niveles de aprendizaje y el comportamiento inteligente, no dependen de tecnologías sofisticadas sino de propuestas conceptualmente pedagógicas que demuestren el mejor uso de las tecnologías disponibles.

Actualmente muchas personas están fuera de las instituciones educativas de enseñanza presencial debido a diversas cuestiones que no enumeraremos aquí, pero que al estar interesadas en alguna forma de instrucción han recurrido a los *Sistemas de enseñanza no presencial* (antes llamados enseñanza a distancia),

En sus comienzos, la enseñanza no presencial sólo atendía aspectos de limitación geográfica, luego se realizan experiencias donde se introducen productos audiovisuales pero sin un tratamiento complejo en relación con los modelos psicopedagógicos de enseñanza y aprendizaje. Luego se pone en marcha la llamada universidad abierta que marcará un punto de inflexión en las modalidades para el diseño de materiales y para la tutoría y gestión de la enseñanza a distancia, según Santángelo (2000). Entre ellas tenemos en América latina, por ejemplo, la Universidad Abierta en Venezuela (UNA) y la Universidad Virtual en México y en España la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED).

En la actualidad se han agregado formatos digitales, a veces de la red Internet o con soporte CD-ROM, pero en estas experiencias se caracteriza poco la situación de aprendizaje, el modelo educativo de referencia y el diseño de estrategias para ese entorno. En virtud de ello, han surgido algunas propuestas de modalidad no presencial, una de ellas la presenta Santángelo (2000), que ofrece alternativas de funcionamiento síncronas y asíncronas, basado en el uso integrado y superpuesto de dos plataformas tecnológicas: Videoconferencias (VC) multipunto por Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) y campus virtual (CV) sobre un *software* de producción, distribución y administración de contenidos a través de Internet.

Un ejemplo de este modelo es el propuesto para el diseño del sistema de enseñanza no presencial de la Universidad Tecnológica Nacional en Argentina, el cual está formado por dos tramos diferentes: Un *tramo sincrónico* de actividad presencial en

grupos, en las distintas sedes, combinando VC por RDSI y un CV sobre Internet. Este tramo sincrónico atraviesa diferentes momentos (M1 a M5) y cuenta con el apoyo de un tutor. El otro es el *tramo asincrónico*, con actividades que se realizan en el CV sobre Internet, y una *Webtools* como interfaz de usuario, con el soporte de diversos tipos de materiales (escrito, multimedia, videos) y con el apoyo de tutorías.

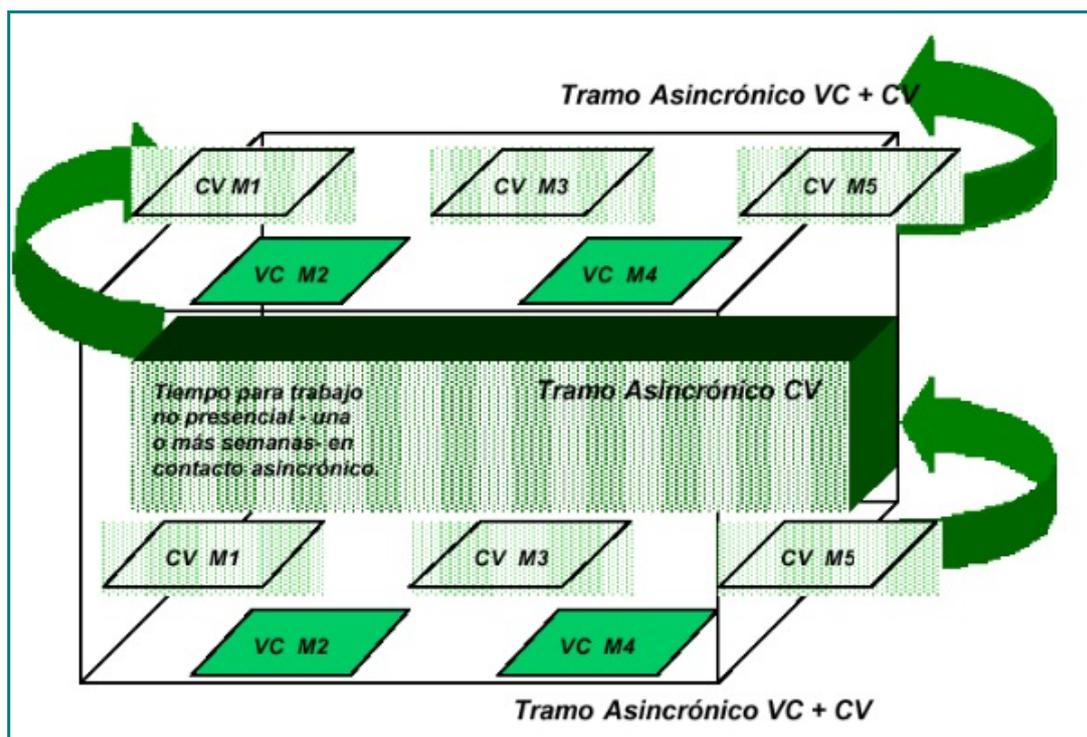


Figura 2.3: Modelo de Sistema de enseñanza no presencial. (Santángelo, 2000).

Hemos, a grandes rasgos y sin pretensión alguna de ser exhaustivos en ello, esbozado un panorama descriptivo de algunos modelos de enseñanza y para ello hemos recorrido el camino que va desde los proyectos tradicionales, con sus ventajas e inconvenientes, hasta los desarrollos actuales usando nuevas tecnologías, algunos de ellos aún están presentes en nuestros centros de enseñanza formal y no formal y otros ni siquiera estamos cerca de poder implementar debido a múltiples factores en los que, por supuesto, no falta el referido a políticas educativas erradas o tomadas de otros contextos y el económico.

C. Teorías de la Instrucción

Las teorías del aprendizaje son de naturaleza descriptiva, muestran situaciones de las que derivan sus principios; las teorías de enseñanza tratan de prescribir las condiciones óptimas mediante las cuales el estudiante puede reproducir o reconstruir significativamente una información determinada y las teorías de la instrucción son también prescriptivas, tratan de mostrar marcos de referencia para organizar el aprendizaje (Hernández y Sancho, 1993).

Esta diferente naturaleza teórica ha provocado una dicotomía entre enseñanza y aprendizaje, como la reducción simplista de la primera a la segunda. Con frecuencia la enseñanza se ha constituido como el campo de la práctica o como “el objeto de una traslación mecánica y directa de principios generados en la investigación psicológica sobre los procesos del aprendizaje” (Pérez Gómez, 1989, 322).

Por su parte, las teorías de la instrucción responden a planteamientos psicopedagógicos y pretenden reconstruir el pensamiento del alumnado, al proporcionarle criterios de racionalidad para seleccionar y organizar el conocimiento académico (Hernández y Sancho, 1993).

Entre las teorías de instrucción presentamos la teoría de la asimilación, desarrollada principalmente por Ausubel y Mayer (1975, 1979), que sostiene que la interacción entre los nuevos conceptos y los ya existentes se realizan siempre de forma transformadora y que el producto final supone una modificación tanto de las nuevas ideas aprendidas como de los conocimientos ya existentes.

Y la teoría de la elaboración que nos proporciona un modelo de diseño instruccional que optimiza la adquisición, retención y transferencia de los conocimientos significativos, a pesar de ser “una teoría parcial que sólo hace referencia a los modos de organizar la instrucción cuando aborda una materia altamente estructurada” y no aborda a profundidad modos de llevar a cabo la instrucción, la motivación y la organización de la participación del alumnado, como indican Hernández y Sancho (1993, 84).

La teoría de la Asimilación

Desde los trabajos de Piaget ya se hablaba de la adquisición de nuevos esquemas (capacidades logradas mediante la experiencia) por parte del aprendiz o de la modificación (en forma activa) de los que ya posee y de la asimilación activa de un nuevo estímulo y de su incorporación a los esquemas ya existentes, como apunta Good y Brophy (1983).

En esta línea, Ausubel desarrolla diversos estudios sobre las diferencias entre el aprendizaje memorístico y el aprendizaje significativo por recepción (ver Sección 2.1.1) y sobre esta base, Mayer (1975,1979) desarrolla la teoría de la asimilación.

Esta teoría es un modelo de tres estadios o elementos (a diferencia de la teoría de recepción que explica el aprendizaje basándose en un modelo de un estadio: cantidad de información recibida por el aprendiz), a saber: proceso de codificación diferente (integración activa de la nueva información al conocimiento existente), un tipo diferente de resultado de aprendizaje (variación en la cualidad más que en la cantidad de lo retenido) y la integración activa por el aprendiz de la nueva información con los esquemas cognitivos que ya posee.

La teoría de la asimilación según Hernández y Sancho (1993, 82), considera los procesos de aprendizaje como:

“La adquisición de nuevos materiales informativos por parte del alumnado mediante la vinculación o asimilación de algún aspecto de la estructura cognitiva recientemente organizada, que integra el viejo y nuevo conocimiento y que, a su vez, puede servir como un esquema de asimilación para los aprendizajes siguientes”.

En este concepto se habla de aprender significativamente y para que ello tenga lugar, según este enfoque, es necesario que se den tres condiciones, como indica Pérez Gómez (1989, 329):

- “Recepción del material a aprender;
- disponibilidad de una estructura significativa de ideas familiares que puede ser utilizada para organizar y asimilar el nuevo material recibido;
- activación durante el aprendizaje de tal específica estructura significativa”.

Las cuales se asemejan, en cierta forma, a las tres condiciones necesarias, según Ausubel, para que el aprendizaje significativo tenga lugar, las cuales son:

- Los nuevos materiales deber ser potencialmente significativos (sustantivos y no arbitrarios).

- La estructura cognoscitiva previa del sujeto debe poseer las ideas relevantes necesarias para que puedan ser relacionados con las nuevas.
- El sujeto debe manifestar una disposición significativa hacia el aprendizaje (actitud activa).

Así, el aprendizaje significativo se produce a través de la interacción entre la nueva información y las ideas relevantes ya existentes en la estructura cognoscitiva del sujeto, el resultado de esta interacción es una asimilación para formar una estructura cognoscitiva altamente diferenciada y la acomodación de las estructuras ya existentes.

Si la estructura cognoscitiva del sujeto esta organizada en forma jerárquica respecto al nivel de abstracción, generalidad e inclusividad, este proceso de asimilación puede realizarse de tres formas diferentes, como indican Portilla y Gamboa (s/f):

- *Mediante el aprendizaje subordinado*: Las nuevas ideas son relacionadas subordinadamente con ideas relevantes de mayor nivel ya poseídas por el sujeto (proceso de subsunción). Estas ideas previas de nivel superior son llamadas inclusores y sirven de anclaje para las nuevas ideas. Existen dos tipos de aprendizaje subordinado: *derivativo* (que los nuevos conceptos sirvan de ejemplo o ilustración de los ya existentes) y *correlativo* (los nuevos conceptos son una extensión o modificación de los que ya posee el sujeto).
- *Mediante el aprendizaje supraordinado*: Las nuevas ideas se relacionan con ideas subordinadas, es decir, los conceptos o ideas relevantes existentes en la estructura cognoscitiva del sujeto son de menor nivel de abstracción, generalidad e inclusividad que los nuevos conceptos a aprender.
- *Mediante el aprendizaje combinatorio*: Los nuevos conceptos no pueden relacionarse, de forma subordinada ni supraordinada, con la estructura cognoscitiva previa sino que se relaciona de forma general con aspectos relevantes de ella. Estos conceptos se aprenden y recuerdan de modo más difícil que en los casos anteriores.

En el aprendizaje subordinado se presenta una asimilación (subsunción) que conduce a una *diferenciación progresiva* del concepto o proposición subsunso (incluyente), mientras que en el proceso de aprendizaje supraordinado y en el

combinatorio a medida que las nuevas informaciones son adquiridas, los elementos ya existentes en la estructura cognitiva pueden ser precisados, relacionados y adquirir nuevos significados y como consecuencia ser reorganizados. En esto consiste la *reconciliación integradora*. Estos procesos aquí señalados están estrechamente relacionados y ocurren a medida que se da el aprendizaje significativo.

Los inclusores son los llamados organizadores previos (subsunsores o ideas de anclaje) derivados de esta teoría de aprendizaje, que tienen gran importancia para el diseño de instrucción, pues en términos de enseñanza constituyen el material introductorio presentado al alumno antes de sus tareas de aprendizaje, que tiene mayor nivel de abstracción, generalidad e inclusividad que la propia tarea. Ausubel afirma que la estructura cognitiva tiende a una organización jerárquica en relación al nivel de abstracción, generalidad e inclusividad de las ideas, y que, "la organización mental [...] ejemplifica una pirámide [...] en que las ideas más inclusivas se encuentran en el ápice, e incluyen ideas progresivamente menos amplias" (Ausubel, 1983, 121).

Para Mayer (1979), los organizadores previos tienen las siguientes características:

- Son un conjunto breve de información verbal o visual.
- Constituyen un material introductorio al aprendizaje de un cuerpo de información.
- No incluyen algún contenido específico de dicho cuerpo.
- Proporciona medios para generar relaciones lógicas entre los elementos del pasaje objeto de estudio.
- Influye en los procesos de codificación del alumno.

Resumiendo, la esencia la teoría de la asimilación reside en que los nuevos significados son adquiridos a través de la interacción de los nuevos conocimientos con los conceptos previos, existentes en la estructura cognitiva del que aprende, de esa interacción resulta un producto de aprendizaje en el que no sólo la nueva información adquiere un nuevo significado sino también el subsunsores adquiere significados adicionales. Durante la etapa de retención el producto es disociable en sus nuevos significados; para luego entrar en la fase obliteradora (consecuencia natural de la asimilación), el subsunsores no vuelve a su forma y estado inicial sino que el residuo de la asimilación obliteradora es el miembro más estable de la interacción y así el significado del producto se reduce al nuevo significado del subsunsores modificado,

dando lugar al olvido, es decir, la asimilación no es un proceso que concluye después de un aprendizaje significativo sino, que continua y puede involucrar nuevos aprendizajes así como la pérdida de la capacidad de reminiscencia y reproducción de las ideas subordinadas.

Así, la teoría de la asimilación tiene seis principios (McGriff, 2001), a saber:

- *Subsunción derivativa*: Describe la situación en la cual el nuevo concepto o información es aprendido como un caso o ejemplo de un concepto que ya ha sido aprendido.
- *Subsunción correlativa*: el aprendiz altera o extiende el concepto que ya posee a partir de la nueva información.
- *Subsunción oblitera*: Se refiere al hecho que los aprendices olvidarán la información adquirida algún día. Y ello depende principalmente del grado de significatividad asociado al proceso de aprendizaje.
- *Diferenciación progresiva*: Es un proceso de refinamiento de los significados del concepto adquirido, en la estructura cognoscitiva del aprendiz. Para Ausubel los conceptos más inclusivos se introducen primero y luego se diferencian progresivamente, es decir se elaboran con más detalle y especificidad. Reigeluth (1979) basó en este principio su Teoría de la Elaboración (la cual veremos en el próximo apartado).
- *Reconciliación integradora*: Es otra forma de diferenciación cognoscitiva en la que se forman enlaces y se establecen nuevas relaciones entre los conceptos dentro de la estructura cognoscitiva.
- *Aprendizaje subordinado*: Ocurre cuando se construyen nuevos conceptos que se pueden integrar en grandes dominios de conocimiento pero que previamente no se sabía que estaban íntimamente relacionados.
- *Organizadores previos*: Un organizador previo ayuda a los aprendices a construir un puente entre el conocimiento que ellos ya poseen y el nuevo conocimiento a ser aprendido, es decir, activan el conocimiento que los aprendices ya poseen.

La teoría de la Elaboración

La teoría de la elaboración ha sido principalmente desarrollada por Reigeluth y Merrill (1980), con el propósito de prescribir la mejor forma de seleccionar, estructurar y organizar los contenidos de instrucción para que inciten una óptima, adquisición, retención y transferencia del conocimiento significativo.

Según Merrill (1977), esta teoría es un procedimiento óptimo para:

- Representar la estructura de conocimientos complejos.
- Pensar la secuencia ideal de materias complejas
- Determinar la estrategia óptima de presentación de esas materias complejas.

Este modelo de instrucción se basa en los siguientes presupuestos (Pérez Gómez, 1989):

- Recoge las aportaciones de las teorías del aprendizaje cognitivo (Piaget, Bruner, Ausubel y otros) y caracteriza el aprendizaje en términos del procesamiento de información y de esquemas de representación del conocimiento.
- Incorpora las derivaciones de teorías recientes, como la teoría de asimilación (Mayer, 1979), desarrollada en el apartado anterior.

De la Psicología cognitiva toma con fuerza la idea de la adquisición y retención del nuevo conocimiento en función de las estructuras cognitivas existentes en el sujeto, las cuales se activan para el aprendizaje y de los modelos que explican el aprendizaje basado en el procesamiento de la información (Newel, Simon, etc.) toma la explicación de los fenómenos de la codificación, almacenamiento y recuperación. Todos estos presupuestos son integrados por la teoría de la elaboración en su modelo de diseño de instrucción, el cual:

- Proporciona un formato de organización jerárquica, de arriba a bajo, que facilita la codificación y el almacenaje.
- Propone el uso de sintetizadores, que relacionan conceptos relevantes y facilitan la vinculación semántica.
- Proporciona redes y núcleos de relaciones que facilitan la accesibilidad de cualquier idea.

Esta teoría va un paso más adelante que la teoría de Ausubel pues, aparte de integrarla en sus presupuestos, tiene mayor poder prescriptivo; incluye cuatro tipos de

conocimientos adicionales a los conocimientos subordinado, supraordinado y combinatorio, ya mencionados, que son: el conocimiento coordinado, experiencial, analógico y el arbitrariamente significativo; e introduce la noción de que el conocimiento puede adquirirse a distintos niveles de comportamiento, siendo los más importantes el nivel de recuerdo y el nivel de aplicación.

También adelanta a la teoría de la acumulación de Gagné (1979), de la que toma el concepto de jerarquías de aprendizaje, porque asume un modelo de tres estadios (toma los dos que ella propone y agrega la activación del aprendizaje); rechaza la secuencia inductiva, de las partes al todo; y propone el análisis de tareas no a nivel de comportamientos simples y observables sino de procesos internos y complejos que explican la naturaleza de los comportamientos cognitivos a nivel de procesamiento y ejecución (Pérez Gómez, 1989).

Sobre estas bases se asienta la teoría de la elaboración cuyos principios, según Reigeluth y Merrill (1980), son:

- *Principio de síntesis inicial:* Se presenta al comienzo un organizador previo o epítome (conocimiento general y simplificado) como anclaje de las nuevas ideas.
- *Principio de la elaboración gradual:* Los conceptos del epítome se elaboran desde lo general a los detalles.
- *Principio del familiarizador introductorio:* Al comienzo del epítome se proporciona una analogía.
- *Principio de lo más importante lo primero:* La importancia de los aspectos se determina de acuerdo a su contribución a la comprensión.
- *Principio del tamaño óptimo:* Cada elaboración debe ser lo suficientemente corta para su reconocimiento y tan amplia como para proporcionar un nivel de profundidad en la elaboración.
- *Principio de la síntesis periódica:* Después de cada elaboración debe proporcionarse un sintetizador para mostrar las relaciones más detalladas entre los constructos y mostrar el contexto de elaboración dentro del epítome.

La teoría de elaboración constituye un intento loable de construir una teoría global de la instrucción (Coll, 1989); su aporte específico es que puede ayudar a los profesores a plantearse la complejidad y multiplicidad de elementos que configuran las transmisiones educativas (Hernández y Sancho, 1993) al desarrollar, principalmente, macroestrategias para organizar la instrucción (Pérez Gómez, 1989).

2.1.3 Consideraciones en la Planificación de la Enseñanza

El Proyecto Pedagógico de Aula (PPA) se define como “un instrumento de planificación de la enseñanza con un enfoque global, que toma en cuenta los componentes del currículo y se sustenta en las necesidades e intereses de la escuela y de los educandos a fin de proporcionarles una educación mejorada en cuanto a calidad y equidad” (ME, 1998b, 9)

La planificación de las actividades a realizar en el aula se concretan en los PPA (último nivel de concreción curricular), siendo los docentes los principales protagonistas, pues en la organización de su práctica cotidiana deberán articular los contenidos, secuenciar las actividades, las opciones metodológicas, las estrategias de enseñanza y escoger o preparar los recursos didácticos que van a emplear. Así, según Cañal, Lledó, Pozuelos y Travé (1997, 110), “la tarea de planificar la práctica constituye uno de los aspectos más relevantes de la actividad del profesor”.

La organización de todos los elementos curriculares señalados se desarrolla en torno a un tema o experiencia desde una perspectiva globalizadora, que permita a los docentes el tratamiento interdisciplinar del mismo de tal manera que facilite a los alumnos la comprensión del tema, la reflexión y análisis de la realidad que viven, favoreciendo así la significatividad y funcionalidad del aprendizaje. Este enfoque globalizador (ver Figura 2.4) puede lograrse relacionando el tema o experiencia con alguno de los ejes transversales (lenguaje, desarrollo del pensamiento, valores y trabajo), con las áreas académicas (Lengua y Literatura, Matemáticas, Ciencias de la Naturaleza y Tecnología, Ciencias Sociales Educación Estética y Educación Física) o con los intereses de los alumnos (ME, 1998b).

Pues bien, la planificación es una actividad holística (durante la fase preactiva) en la que el orden y la regulación de unos determinados elementos debe contemplarse en conjunto. Teniendo en cuenta estos elementos y el eje organizativo, así como los destinatarios, el contexto y el propio docente (responsable de la planificación, acción didáctica y evaluación), se considera a la planificación como un factor decisivo para conocer la actividad del profesor, como adapta el currículo y sus propias concepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje y como la lleva a cabo al desarrollar su acción didáctica en el aula (fase interactiva).

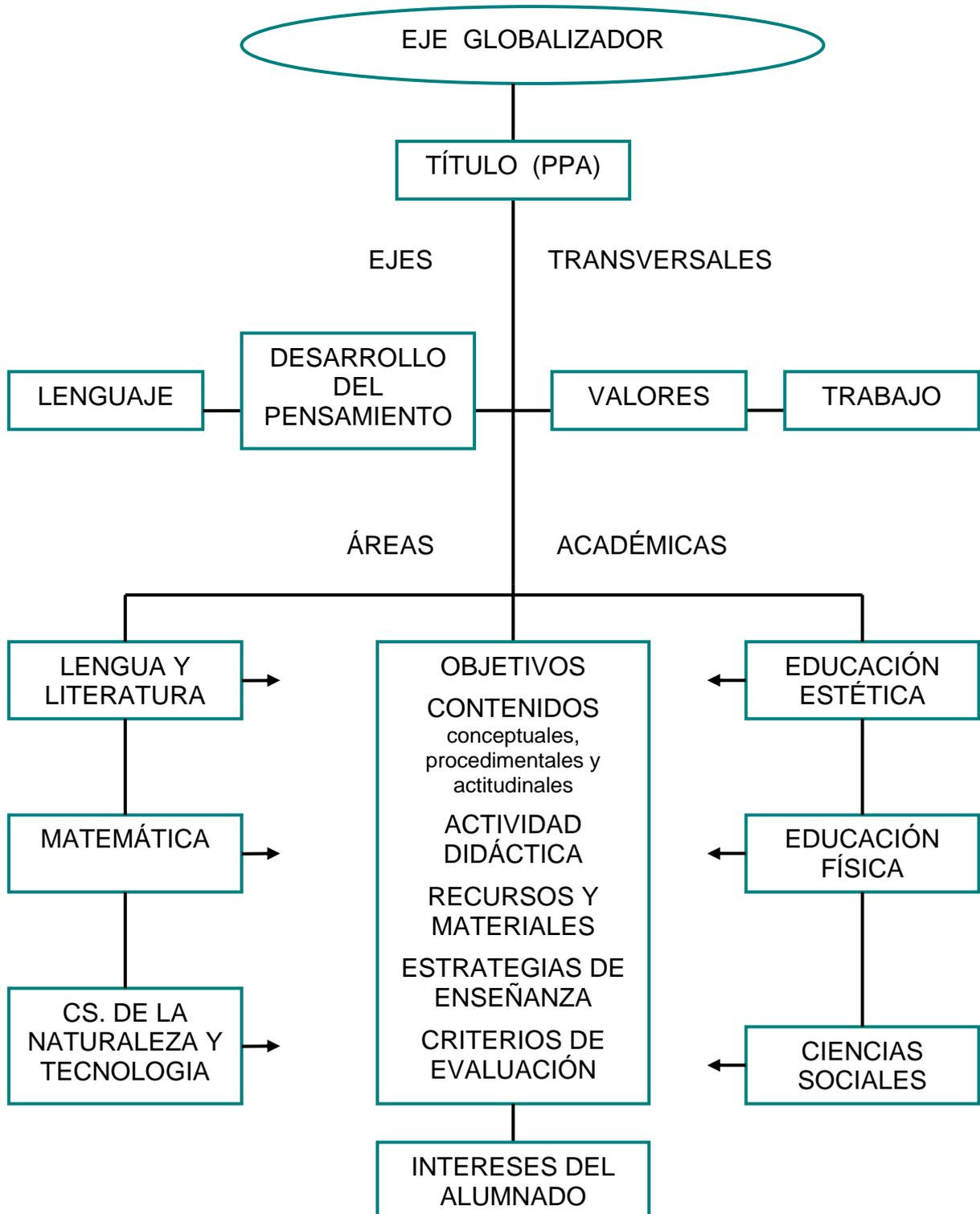


Figura 2.4: Globalización de los aprendizajes. Elaboración propia con datos de Ministerio de Educación (1998b)

A través de los PPA se pretende organizar los diferentes contenidos de aprendizaje para lograr los objetivos propuestos (en el período escolar), así los PPA guían el desarrollo de las unidades didácticas, que según Gimeno (1988) son formas de organizar los programas escolares dotadas de capacidad para integrar contenidos diversos y de estructurar períodos relativamente largos de la actividad escolar, dando respuesta a los siguientes interrogantes:

INTERROGANTES	RESPUESTAS OPERATIVAS
¿Qué enseñamos?	Selección de objetivos y contenidos (referidos a los ejes transversales y a las áreas académicas)
¿Cuándo enseñamos?	Ordenación y secuenciación de los contenidos y actividades
¿Cómo enseñamos?	Determinación de los opciones metodológicas y las estrategias de enseñanza
¿Qué, cuándo y cómo evaluamos?	Concreción de la evaluación

Cuadro 2.5: PPA como instrumento de planificación. Elaboración propia.

Si consideramos al aula como un sistema de comunicación, es decir, un conjunto de elementos (alumnos, docentes, medio, recursos, etc.) que interactúan entre sí (a través de relaciones afectivas, de comunicación y de poder), que está orientado a alcanzar determinadas finalidades didácticas y que atiende a ciertos mecanismos de regulación y control, podríamos establecer una correspondencia entre los elementos de tal sistema y los elementos curriculares, de acuerdo a Cañal y otros (1997), la cual presentamos en el Cuadro 2.6:

SISTEMA-AULA	ELEMENTOS CURRICULARES
Orientación del Sistema	Objetivos
Interacciones	Contenidos y Actividades
Organización del Sistema	Estrategias de enseñanza Regulación de la enseñanza

Cuadro 2.6: El aula como un sistema de comunicación. Elaboración propia.

Todos estos elementos curriculares deben estar relacionados entre sí, “deben ser articulados e interrelacionados coherentemente” (Ander-Egg, 1996, 206) de tal forma que al fijar o modificar alguno de ellos, los restantes también se modifiquen (no necesariamente en la misma dirección), pues todos están conectados en forma sinérgica dentro de nuestro sistema-aula. Luego es importante que nuestros PPA sean flexibles y para ello, no sólo tomaremos en cuenta las acciones prescritas con miras a alcanzar los objetivos propuestos, sino que, haciendo uso de nuestra intuición y experiencia, daremos respuestas (acciones) a los cambios imprevistos en el momento del desarrollo o puesta en práctica de lo planificado (redefiniremos la práctica).

La elaboración de un PPA no se refiere sólo al contenido de una lección, reiteramos, debemos tomar en cuenta el contexto, los objetivos, el contenido a desarrollar, las actividades, las opciones metodológicas y estrategias de enseñanza, así como también, la preparación de los recursos didácticos y el método de evaluación a seguir. Todos estos elementos se consideran, a su vez, en el desarrollo de las unidades didácticas que forman un PPA y a continuación los detallamos:

A. La selección de objetivos

Se fijan, en términos precisos, de acuerdo a las orientaciones establecidas en el Currículo Básico Nacional (CBN) o en el Currículo Estatal. A través del PPA los docentes definen las adaptaciones curriculares necesarias para que los alumnos alcancen las metas educativas prescritas, desarrollen las capacidades humanas de acuerdo a su edad (habilidades intelectuales, estrategias cognoscitivas, información verbal, destrezas motoras y actitudes) y en ellos se establecen los acuerdos emanados de los procesos de negociación con los alumnos, permitiéndoles, así, reflexionar sobre la realidad que viven, construir y reconstruir sus aprendizajes, hallar soluciones a problemas de su entorno, etc. (currículo en acción).

Los objetivos deben enunciarse de manera precisa de acuerdo a lo que el estudiante podrá hacer después del desarrollo del PPA, deben identificar metas reales inmediatas y deben estar definidos operacionalmente (Gagné y Briggs, 1999).

Los objetivos para no ser ambiguos deben reflejar la situación a la cual se enfrentará el aprendiz, la capacidad por aprender, el objeto por manipular, que acción llevará a cabo y de cuáles instrumentos se podrá valer el aprendiz para alcanzarlos.

La elección del verbo principal que comunica el tipo de capacidad humana y que nos permite enunciar en forma precisa los objetivos, los presentamos en el Cuadro 2.7 pero aclaramos que se pueden tomar sinónimos de los mismos.

OBJETIVOS	
CAPACIDAD HUMANA	VERBO
Discriminación	Discrimina
Concepto Concreto	Identifica
Concepto Definido	Clasifica
Regla	Demuestra
Solución de Problemas	Redacta
Estrategia Cognoscitiva	Elabora
Información	Enuncia
Destreza Motora	Ejecuta
Actitud	Elige

Cuadro 2.7: Verbos a elegir según la capacidad humana involucrada en el objetivo. Adaptado de Gagné y Briggs (1999, 101).

B. Preparación de las actividades

No sólo se prepararán los contenidos de enseñanza, qué ejemplos, informaciones, reflexiones, cuál será la ilación de los mismos, etc. (actividades de enseñanza), sino que también se prepararán las actividades de aprendizaje de los alumnos, es decir, las actividades que se le proponen a los alumnos con la finalidad de que reflexionen las ideas de la nueva información obtenida, teniendo en cuenta que pueden surgir de la creatividad de los niños otras actividades que pueden estar o no relacionadas con las ideas desarrolladas y que le permitirán al docente conocer cómo analizan la información, cómo la relacionan con sus vivencias, las dudas, informaciones erróneas que manejan los alumnos, etc. para ayudarlos a reorganizar sus conocimientos, atender sus necesidades de conocimiento o dar respuesta a las inquietudes que presenten.

Dar libertad de actuación y autonomía a los alumnos, dentro de un clima de respeto, responsabilidad y disciplina, como lo exige la práctica docente, beneficia el desarrollo de la práctica, potencia el aprendizaje significativo y favorece el desarrollo de la personalidad del niño.

Las actividades didácticas, según Cañal y otros (1997, 121), “son procesos de flujo y tratamiento de información (orientados, interactivos y organizados) característicos del sistema-aula”, orientados porque, en mayor o menor medida, responden a metas didácticas, interactivos porque docentes-alumnos-contexto se relacionan comunicativamente entre sí y organizados porque se estipula y dispone la cantidad y tipo de información, el formato, los canales para su transmisión, tiempo, proceso de tratamiento, etc.

Las actividades, en la medida que permiten al sujeto una práctica con el objeto de conocimiento, le permiten la reestructuración cognoscitiva, no se trata de una mera práctica, revisión de la teoría o de refuerzo memorístico, es una vivencia reflexionada por parte del sujeto (Gewerc, 2001).

Para referirnos tanto a las actividades de enseñanza como a las de aprendizaje podemos hacerlo con el término actividades de instrucción y a las actividades que nos permiten guiar y ajustar la dinámica del aula según los objetivos establecidos y de acuerdo a la estrategia metodológica empleada, las denominamos actividades de regulación. Veamos en el Cuadro 2.8, algunos tipos de estas actividades didácticas.

Para el desarrollo de las unidades didácticas es importante que los alumnos conozcan las actividades de regulación y participen en la definición de algunas de ellas, esto les dará responsabilidad sobre el buen desarrollo de la unidad.

Las actividades de regulación tienen que contemplar pautas a seguir ante las eventualidades y para esto es primordial promover el diálogo con los alumnos pues ellos con sus actitudes y desenvolvimiento ante las actividades y estrategias empleadas nos ayudaran a medir el clima del aula, nivel de motivación, grado de dificultad de las actividades, etc. para introducir modificaciones en el diseño de las unidades didácticas que permitan su comprensión y mejora. También este tipo de actividades afecta a la evaluación, por ejemplo las actividades de síntesis al final de la unidad didáctica permiten, según Ander-Egg (1996, 223), “valorar el trabajo realizado en lo referente a conocimientos, procedimientos y habilidades adquiridas, y a los valores y actitudes asumidas”.

ACTIVIDADES DIDÁCTICAS	
DE INSTRUCCIÓN	DE REGULACIÓN*
Actividades de selección de objeto de estudio.	Establecer normas.
Actividades de planificación.	Demandar el cumplimiento de normas.
Actividades de contraste y debate de ideas.	Sancionar el incumplimiento de normas.
Actividades de expresión de conocimientos, vivencias y opiniones.	Conseguir información adecuada sobre el desarrollo de las actividades de enseñanza.
Actividades de recepción de conocimientos.	Valorar los logros, dificultades, deficiencias, etc.
Actividades de búsqueda y selección de información.	Realizar ajustes, sobre la marcha, en el diseño de la unidad.
Actividades de construcción manual.	Conseguir información fiable sobre conocimiento inicial del alumnado.
Actividades de memorización.	Obtener información fiable sobre los resultados conseguidos en la unidad.
Actividades para la comprensión del conocimiento.	Valorar los resultados en relación con los objetivos didácticos y la finalidad inmediata de la unidad.
Actividades de reflexión.	

Cuadro 2.8: Tipos de Actividades didácticas. Elaboración propia.
 *Datos tomados de Cañal y otros (1997, 128).

C. Las opciones y estrategias metodológicas

Según Ander-Egg (1996, 206), las opciones metodológicas son las “formas de actuar en el proceso de enseñanza-aprendizaje” y las estrategias metodológicas son las “formas de operacionalizar la metodología escogida”.

Las opciones metodológicas se refiere a escoger un método o camino para alcanzar, satisfactoriamente, las metas propuestas en el correspondiente PPA considerando el contexto y a las personas implicadas. Y las estrategias metodológicas no deben confundirse con las actividades de aprendizaje sino que se refieren al modo como se llevan a cabo esas actividades, son utilizadas por el docente para explicar, hacer comprender, motivar, etc., a los alumnos y dinamizar el proceso de enseñanza-aprendizaje (ver el Cuadro 2.9).

OPCIONES METODOLÓGICAS	ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS
Expositivo de transmisión verbal	<p>Lección magistral, complementada con experiencias ilustrativas.</p> <p>Repetición de lo enseñado.</p> <p>Apoyo en el libro de texto como recurso fundamental.</p>
Aprendizaje por descubrimiento inductivo	<p>Realización de actividades que persiguen la práctica de procedimientos del llamado método científico y no la adquisición de un cuerpo de conocimientos.</p> <p>Descubrimiento autónomo por parte del alumno. El docente se concibe como un observador.</p>
Aprendizaje significativo por transmisión-recepción	<p>Enseñanza expositiva basada en lo que el alumno sabe y la estructura conceptual del contenido.</p> <p>Estructurar los contenidos de aprendizaje en mapas conceptuales.</p>
Aprendizaje por cambio conceptual	<p>Estrategias que favorezcan la creación de conflictos cognitivos entre las ideas espontáneas y las ideas científicas (Simulación, resolución de problemas, etc.)</p> <p>La tarea del profesor es ayudar al alumno a ser consciente del conflicto, haciéndole descubrir sus ideas y teorías previas y a qué predicciones conducen.</p> <p>Uso de contraejemplos.</p> <p>Introducción de nuevos conceptos, mediante torbellino de ideas de los alumnos, presentación explícita del profesor o a través de materiales de instrucción.</p> <p>Suministrar oportunidades a los estudiantes para que usen las nuevas ideas.</p>
Aprendizaje por investigación	<p>Realizar actividades que permitan al alumno reconocer y discriminar el pensamiento cotidiano de las del pensamiento científico y utilizarlas en los contextos adecuados.</p> <p>Enfrentar a los estudiantes con problemas concretos para que emitan hipótesis en función de sus conocimientos previos, diseñen experimentos, analicen resultados y elaboren conclusiones.</p>

Cuadro 2.9: Estrategias Metodológicas. Elaboración propia.

En función de la flexibilidad que deba tener el PPA y que los alumnos sean responsables y activos en su proceso de aprendizaje, el docente puede considerar diversas estrategias metodológicas, sin olvidar asumir una posición abierta para facilitar el diálogo. No hay recetas para ello, pero hay que tomar en cuenta que quedan condicionadas: la cantidad de información a transmitir, el tipo de recursos empleados, los criterios de evaluación y el resto de elementos curriculares.

También el docente debe conocer los conceptos previos que manejan sus alumnos, sus necesidades, intereses, habilidades, reconocer y respetar sus ritmos, estilos de aprendizaje y que tipo de estrategias utilizan en la ejecución de sus tareas. Este conocimiento sobre el grupo le permitirá saber cómo pueden trabajar, por ejemplo: en grupo, individualmente, si hay alumnos que no les gusta trabajar en grupo, cuál formato prefieren (narrativo, sonoro, audiovisual, etc.), cómo responden ante una actividad con tiempo prefijado, dentro o fuera del salón, y bajo cuáles estímulos aprenden mejor. "El cómo enseñar no se puede separar de la concepción epistemológica que tiene el docente ni de la manera en que él cree que aprenden los alumnos" (Nieda y Macedo, 1997), veamos algunas de las estrategias de aprendizaje en el Cuadro 2.10.

Estas estrategias son las responsables de una función primordial en todo proceso de aprendizaje: facilitar la asimilación de la información que llega al sistema cognitivo del sujeto, lo cual supone gestionar y monitorear la entrada, categorización, almacenamiento, recuperación y salida de los datos.

Por ejemplo, cuando un sujeto resuelve un problema usa ciertas estrategias que se ven reflejadas en la acción. Cuando explica como o que estrategias ha empleado reorganiza o construye nuevos esquemas conceptuales, en este momento estamos hablando de metacognición (estamos en el plano de la conceptualización y en el de las abstracciones reflejadas), y esto le permite reflexionar sobre lo que ha hecho, el conocimiento que tiene y luego llevar a cabo la auto-regulación.

Así, el docente podrá considerar, durante la fase preactiva de la enseñanza y durante sus intervenciones, distintas estrategias metodológicas que según los grados de control de la situación educativa que tengan docentes y alumnos, estaremos en presencia de estrategias de enseñanza o de estrategias de aprendizaje y todas éstas constituyen las estrategias metodológicas. (estrategias educativas, estrategias de enseñanza-aprendizaje o estrategias de aula).

ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE	TIPO	DESCRIPCIÓN
Disposicionales y de Apoyo	E. Afectivo-emotivas	Integran procesos motivacionales, autoconcepto y autoestima, actitudes adecuadas, sentimiento de competencia, etc.
	E. de Control del Contexto	Creación de condiciones ambientales adecuadas, control de espacio, tiempo, material, etc.
Autoinstrucción	E. de Búsqueda, Recogida y Selección de Información	El sujeto debe aprender a cómo acceder a las fuentes de información, cómo seleccionar lo relevante, etc.
Procesamiento y Uso de la Información	E. Atencionales	Dirigidas al control de la atención
	E. de Codificación	El sujeto controla los procesos de reestructuración y personalización de la información (uso de tablas, subrayado, mapas conceptuales, resumen, etc.)
	E. de Repetición y Almacenamiento	Control de los procesos de retención y memoria a corto y largo plazo (a través de copia, repetición, uso de conexiones, etc.)
	E. de Personalización y Creatividad	Pensamiento crítico, reelaboración de la información, propuestas creativas, etc.
	E. de Recuperación de la Información	Controlan los procesos de recuerdo (siguiendo la ruta de conceptos relacionados, ejercicios de recuerdo, etc.)
	E. de Comunicación y Uso de la Información	Uso eficaz de la información (a través de informes, síntesis, simulación de exámenes, autopreguntas, etc.)
Metacognitivas	E. de Conocimiento	Conocimiento propio de sus limitaciones y destrezas, objetivos y contexto de aplicación.
	E. de Regulación y Control	Planificación del trabajo, verificación y valoración del propio desempeño, corrección de errores, rectificación, etc.

Cuadro 2.10: Estrategias de Aprendizaje. Elaborado con datos de Nogales (2001).

D. Preparación de los recursos didácticos

Para una mejor comprensión de la información que el docente quiera transmitir a sus alumnos, que les permita a ellos(as) revisar y modificar sus esquemas de conocimientos e incluso para un mejor desempeño docente en su práctica educativa (pues le facilitan la planificación, el desarrollo y la evaluación del proceso de e-a), se hace necesario hoy día utilizar diversos recursos didácticos y reflexionar sobre qué tipo de materiales sería conveniente usar en el aula de acuerdo con las actividades planificadas para adquirir determinados objetivos educativos y cómo definir los contenidos y las estrategias didácticas para su uso, por supuesto, tomando en cuenta las bondades del medio. Entre ellos tenemos: materiales escritos como el libro de texto (muy utilizado en nuestras aulas), guías didácticas, revistas, periódicos, etc.; transparencias; diapositivas; vídeos y multimedia (sin olvidar los dispositivos tecnológicos que nos permitirán usar dichos recursos) . Estos cuatro últimos son escasos en la mayoría de nuestros centros educativos, sin embargo en el centro que constituye nuestro universo contamos con vídeos (además de TV y VHS) e intentamos crear multimedias (con el programa Clic) adecuados a los ordenadores de que disponemos.

Esto causa dependencia, por parte de los docentes, del libro de texto, cuya utilidad ha sido cuestionada, entre otros efectos, porque favorece un aprendizaje receptivo y pasivo del alumno, la metodología tradicional de enseñanza y es vehículo de inculcación de la cultura dominante (Area, 1996). Mientras el libro de texto no sea exclusivamente el único material utilizado como director del acto educativo sino que forme parte de una respuesta global configurada por diversos materiales (Ballesta, 1999) podremos tratar los diversos contenidos que forman un PPA.

El debate no es la inclusión o exclusión de un determinado medio o recurso, sino la escogencia o elaboración de aquellos que nos permitan “establecer su sentido en el contexto curricular, esto es, establecer su papel en relación a las necesidades, objetivos, contenidos, actividades, tipo de alumno, estructura de relaciones profesor-alumno, etc.” (González, 2000, 3).

Así por ejemplo, los contenidos conceptuales se pueden aprender a través de textos escritos y con estrategias repetitivas (modelo tradicional de aprendizaje) y/o a través de vivencias experienciales, tales como: visitas guiadas a sitios de interés histórico, salidas de campo para reconocimiento de ecosistemas, contaminación, tipos de suelos, actividades económicas de la región, etc. (aprovechando que nuestro

centro está ubicado entre el campo y la ciudad), visita a los infocentros (salas informáticas conectadas a Internet) para buscar información (textual, audiovisual o icónica) sobre los conceptos o principios que se pretendan transmitir.

Los contenidos procedimentales pueden aprenderse a través de secuencias de ejercicios (desde los más simples a los más complejos) a través de materiales que permitan al alumno repetirlos, tantas veces como sea necesario, y que cada vez que lo haga obtenga ejercicios del mismo grado de dificultad pero distintos a los ya realizados. Esta es la idea de los paquetes didácticos con el programa Clic que detallaremos en el Capítulo 4.

A la par que enseñamos estos contenidos, con la ayuda de materiales apropiados y definiendo las estrategias convenientes para su utilización, podremos ofrecer oportunidades a nuestros alumnos que favorezcan el aprendizaje de los contenidos actitudinales, tales como: interés por resolver los ejercicios y juegos, curiosidad por analizar los posibles resultados de un ejercicio, cuidado con el uso de instrumentos y estrategias personales, respeto y valoración positiva por el trabajo del compañero, perseverancia en la búsqueda de soluciones, etc.

En la escogencia o elaboración de materiales curriculares el docente debe también tomar en cuenta, según Ander-Egg (1996, 222), lo siguiente:

- “qué tipo de actividad, práctica, aprendizaje o reflexión se pretende generar;
- quiénes son los educandos;
- cuál es la realidad en que están inmersos;
- las posibilidades prácticas de utilizar el material de apoyo”.

Si esos materiales corresponden a materiales multimedia, hay que considerar cuál es la configuración del medio informático de que disponemos, pues hay muchos materiales en el mercado que exigen requerimientos mínimos en los equipos y si se trata de producir nuestros propios materiales hay que buscar, igualmente el software adecuado. En cuanto al uso de la computadora y las interrelaciones alumno-computadora-docente debe entenderse “el medio como una ayuda a la adquisición del conocimiento, más como proceso de construcción del conocimiento que como un auxiliar” (Ballesta, 1999, 6), que no funciona al margen de las actividades del aula, pues esto ocasionaría la subutilización del mismo, más aún cuando el centro no posee los programas adecuados a sus equipos.

E. Método de evaluación a seguir

La evaluación debe entenderse como un proceso de reflexión y mejora de la práctica educativa, desde el momento de su planificación, durante el desarrollo y al finalizarla. Con la evaluación no sólo conocemos la cantidad de información memorizada por los estudiantes sino también conocemos otras dimensiones: contenidos, metodología empleada, medios utilizados, actitud del profesor, etc., (Cabero, 1999a), es decir se consideran todos los elementos del diseño curricular utilizado y además deben participar en este acto todos los protagonistas del acto educativo (Cañal y otros, 1997).

Esto está acorde con lo establecido por el MECED (2000, 117), donde se fijan como funciones del proceso de evaluación de los aprendizajes, las siguientes:

“Evaluación Diagnóstica o Explorativa permite detectar las condiciones en las que se encuentran los alumnos, en las primeras semanas del año escolar o al iniciar cada proyecto pedagógico de aula para determinar los conocimientos previos de los alumnos. ...

Evaluación Formativa o de procesos está vinculada con los procesos de enseñar y de aprender.

Evaluación de Resultados se realizará al concluir un proyecto pedagógico o al finalizar un año escolar. En esta fase final se evaluará la eficiencia y efectividad de la acción docente, equipo interdisciplinario, personal directivo, [..].”.

La evaluación diagnóstica nos permite identificar el grado de adecuación de los esquemas cognitivos de los estudiantes en relación con el programa pedagógico donde se incorporará. Con la evaluación formativa podremos mejorar el programa que estemos desarrollando, no sólo con respecto al aprendizaje del alumnado sino, reiteramos, con respecto al proceso de enseñanza, la práctica docente y a la propia unidad didáctica y con la evaluación sumativa certificamos si los objetivos educativos se han alcanzado. No pretendemos ser exhaustivos en estos temas, pero si nos interesa puntualizar algunas ideas.

El acto de evaluar “debe tener como referentes fundamentales las capacidades seleccionadas en los objetivos, los contenidos sobre los cuales se aplican las actividades seleccionadas y las sugerencias sobre los resultados esperados del aprendizaje” (Nieda y Macedo, 1997, 29).

Los alumnos aprenden y se desarrollan en la medida en que pueden construir significados en torno a los contenidos curriculares que se les presentan, una de sus

mayores dificultades está en la adquisición de conocimientos científicos, así como la utilización y transferencia de los mismos a situaciones cotidianas.

Para ayudarlos a superar estas dificultades es preciso conocer la estructura lógica de la disciplina y la estructura psicológica que tiene que ver con la forma en que los estudiantes han establecido personalmente las relaciones entre los conceptos. Aunque cada individuo establece una relación propia, se ha demostrado que existen unas líneas comunes en función de la edad y, por ejemplo, en el caso de la enseñanza de las Matemáticas la National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) ha establecido seis principios que describen características particulares de alta calidad en la educación matemática y estándares que describen los contenidos y los procedimientos que los alumnos deben aprender.

En aprendizaje de las Matemáticas, los niños deben “pensar, formar y reelaborar esquemas o estructuras de conocimientos matemáticos”, como lo indican Hernández y Soriano (1999, 27), y para ello deben usar procesos cognitivos tales como observar, comparar, ordenar, clasificar, representar, retener, recuperar, interpretar, inferir, evaluar y transferir.

El observar las actuaciones de los estudiantes, cómo manipulan los materiales de enseñanza y cómo aplican los conocimientos nos permiten constatar si han logrado los objetivos de la enseñanza, si debemos aplicar correctivos y/o mejorar aspectos relacionados con la metodología aplicada. Para ello, dentro de la planificación de la unidad didáctica, debemos proveer a los estudiantes de actividades “encaminadas a que los alumnos reconozcan y valoren la utilidad de aprender comprendiendo” (Díaz y Hernández, 1998, 185), donde puedan aplicar lo aprendido (de acuerdo al tipo de contenido: procedimental, conceptual o actitudinal) y que les permitan generalizar y transferir los conocimientos aprendidos a otros contextos de aplicación, sin dejar de ayudarlos a poner en marcha las habilidades adecuadas en cada caso.

La evaluación debe sistematizarse para poder aprovechar la información que de ella se emane, con la información obtenida podrá el docente decidir qué y cómo otorgar una ayuda ajustada a los procesos de construcción realizados por los alumnos (Díaz y Hernández, 1998). En el Cuadro 2.11 sintetizamos un modelo de evaluación.

EVALUACIÓN	
DEFINICIÓN	CARACTERÍSTICAS
Cualitativa	Es de carácter descriptivo, analiza los procedimientos recursos y acciones de la práctica, interpreta los resultados e indaga sobre las causas que los originan.
Multidireccional	Sus fuentes de información son variadas y evalúa todos los factores y actores del acto educativo.
Naturalista	La evaluación se entiende como una capacidad humana.
Constructivista	“Valora los hechos y los datos que resultan de la e-a como representaciones del conocimiento en construcción”.
Ética	Basada en el respeto, la tolerancia e imparcialidad.
Integral	Considera todos los factores que intervienen en los procesos de e-a.
Cooperativa	Participan todos los actores intervinientes en el acto educativo.
Flexible	Se adapta a las necesidades del contexto social donde está inmersa la escuela.
Sistemática	Sigue un orden secuencial que permite observar todas las fases del proceso.
Acumulativa	Recoge los juicios valorativos de todos los actores durante cada fase.
Individualidad	Cada niño se compara consigo mismo.
Informativa	El docente obtiene información relacionada con el desarrollo del PPA y con el proceso de aprendizaje que puede comunicar a los otros actores.

Cuadro 2.11: Consideraciones al proceso de evaluación para la I y II etapa de Educación Básica. Adaptado de MECD (2000, 116).

2.1.4 Programas Informáticos y Teorías de Aprendizaje

La utilización de los programas informáticos supone la adquisición de un determinado aprendizaje, pero cabe acotar que es el uso que el docente hace de ellos lo que determina su potencialidad instructiva (Bartolomé, 1999).

Algunos programas pueden usarse con grandes grupos y la ayuda del docente, otros con pequeños grupos o en forma individual. En todo caso, si nuestro docente contara con gran variedad de programas educativos podría individualizar la instrucción, claro que primero debe superar la falta de equipos informáticos, o el contar con equipos de bajas prestaciones o su falta de capacitación en esta área. Este último es un tema de otro capítulo.

Sin embargo, a continuación presentamos algunos programas multimedia con sus diferentes posibilidades de uso en educación, desde la perspectiva de la teoría de aprendizaje que subyace. Veamos el Cuadro 2.12.

TIPOS DE PROGRAMAS	TEORÍAS DE APRENDIZAJE
Basados en la Enseñanza Asistida por Ordenador (EAO)	Conductismo
Multimedia educativo	Cognitivismo
Micromundos	Constructivismo
Programas de Comunicación	Teorías Socioculturales

Cuadro 2.12: Tipos de Programas y Teorías del Aprendizaje.
Adaptado de Gros (2000).

Dentro del conductismo surgen los programas de EAO, muy criticados aunque actualmente muchos juegos y programas multimedia utilizan principios del diseño instructivo conductista (práctica y repetición), como acota Gros (2000), los cuales son ampliamente reconocidos como base del aprendizaje de destrezas (Bartolomé, 1999).

En cambio, el planteamiento cognitivista comprometido con explicar la actividad inteligente en términos del procesamiento mental de la información, se refleja en diversas teorías y aplicaciones. Entre las teorías tenemos: el aprendizaje significativo de Ausubel, el aprendizaje por descubrimiento de Bruner y la teoría de Gagné.

La estimulación cognitiva propone Bruner que se haga mediante materiales que entrenen en las operaciones lógicas básicas, como apunta Urbina (1999, 93).

Entre los programas en este enfoque, tenemos la *simulación*, que le permite al usuario manipular variables de un modelo y observar los efectos de forma inmediata, desarrollar hipótesis, estrategias, detectar leyes, etc., lo cual redundaría en el desarrollo de un pensamiento formal. Y los *lenguajes de programación* que permiten la representación del conocimiento para la resolución de problemas.

Estas teorías han comenzado a suscitar críticas como las referidas a las influencias indeseables que deforman la creatividad en diversas actividades humanas, además respaldan el trabajo con el ordenador desligado de la actividad social en la práctica educativa (Croock, 1998).

Surge la teoría constructivista como movimiento intelectual sobre el problema del conocimiento. “En el ambiente constructivista piagetano, el aprendiz actúa sobre el mundo, abstrayendo después los conocimientos en su reflexión íntima sobre las consecuencias de esa acción” (Croock, 1998, 94).

En cuanto a los programas en esta teoría, podemos decir que su diferencia respecto a otros tiene que ver con el control del usuario, aquí “los usuarios tienen un control significativo sobre el funcionamiento del programa y el contexto de resolución de problemas que éste aporta resulta, de por sí, estimulante y motivador” (Squires y Mcdougall, 1997, 104).

En las teorías sociales se presta atención al marco social de apoyo y se considera la cognición como una actividad humana mediada por las tecnologías que se construye en el plano social.

La teoría del desarrollo cultural planteada por Vygotsky e impulsada por otros psicólogos y pedagogos de la escuela soviética, desplaza el énfasis de la pedagogía del campo puramente intelectual al del desarrollo del individuo como persona que asume comportamientos superiores en la medida que asume los instrumentos culturales que ha creado (Orobio y Ortiz, 1997).

En esta sección, analizamos los programas desde la perspectiva de la concepción del aprendizaje que subyace, damos algunas de sus características, hablamos de su uso educativo y consideramos algunas diferencias entre ellos.

A. Programas Informáticos y Conductismo

En el enfoque conductista, el uso del ordenador se basa en la enseñanza programada, que toma su nombre de la palabra programa porque la idea principal consiste en que el alumno ejecute secuencialmente un conjunto de acciones previamente estructurados (Vaquero, 1992).

Los programas en este enfoque se denominan programas de enseñanza asistida por ordenador (EAO) y en ellos hay tres tipos de interacciones entre el aprendiz y el ordenador, a saber: *pruebas en línea* (compara un modelo de rendimiento del alumno con uno de rendimiento experto), *diálogos correctores* (controlados por un agente externo y surgen cuando el rendimiento del aprendiz no responde a criterios predeterminados) y *demonstraciones interactivas* que permiten al alumno tomar decisiones (Stribel, 1993).

Además estos programas de EAO poseen ciertas características que, a pesar de su concepción conductista, aún los hacen vigentes en algunos materiales educativos. Entre estas características tenemos:

- Los programas de enseñanza asistida están individualizados.
- Instruyen eficazmente sin la participación directa del profesor.
- Cada alumno aprende a su propio ritmo.
- Se supone que el aprendiz ya conoce el tema y puede trabajar con la información ofrecida.
- El control del aprendiz es prácticamente nulo, salvo su ritmo y su decisión de apagar el ordenador.
- El alumno está sometido a un control de calidad constante cuyo objetivo es garantizar un resultado conductual.
- Se le exige al alumno resultados de rendimiento predeterminados, no negociables ni mensurables.
- Leyes de aprendizaje comunes a todos los individuos.
- El diseñador impone el carácter de la interacción del aprendiz y el software.
- El material se presenta en unidades básicas elementales en secuencias ordenadas.
- Exigencia de frecuentes respuestas de los alumnos.
- Corrección inmediata de las respuestas.

- Se da gran importancia al estímulo. Se recompensan las respuestas correctas y se permite repetir el ejercicio en caso de respuesta incorrecta.
- El ordenador controla tanto los medios como los fines.

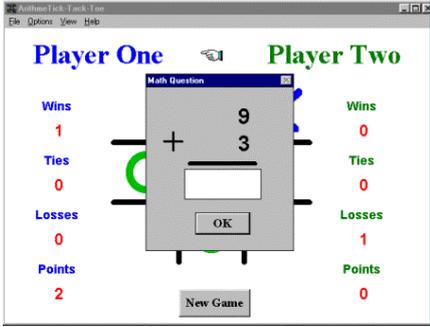
Los programas de enseñanza asistida por ordenador se centran en los programas de adiestramiento y práctica y en los tutoriales.

Los programas de adiestramiento y práctica (*Drill and Practice programs*): son aquellos que presentan al sujeto los ejercicios de modo escalonado, progresivo, variados y siguen el ritmo del aprendizaje individual (Bartolomé, 1999). Su ejecución requiere de que el usuario posea los conocimientos previos del tema que va a ejercitar o revisar, así lo afirman Jacson, Kutnick y Kington (2001, 131), “learning of new knowledge and skills may be the result of personal and interpersonal performance on specific cognitive tasks, but a large amount of classroom tasks focus on practice or revision of established knowledge”.

Los programas de adiestramiento y práctica están diseñados para proporcionar intervenciones correctoras inmediatas sobre todo en presencia de respuestas erróneas, los alumnos se moldean de acuerdo al criterio de un agente externo y, por tanto, constituyen una forma determinista de tecnología conductual. Es por ello que tendremos las siguientes consideraciones en el uso de este tipo de software:

- *Tecnológico*: El uso de la tecnología no garantiza una metodología de calidad, más cuando se asocia el ordenador y la EAO con una única metodología o se piensa en la nueva tecnología como soporte de la vieja concepción. Cuando al ordenador, lo acompaña el adjetivo multimedia, los diseños de EAO se adaptan (Bartolomé, 1999), aunque a veces estos programas multimedia poseen más medios que contenido y el medio no es un agente que actúe directamente sobre el aprendizaje.
- *Metodológicos*: Se relegan los aspectos comunicativo y de fluidez del medio por la precisión de la respuesta, esto provoca una ejecución mecánica de los ejercicios por parte de los alumnos y no se les deja reflexionar sobre los significados involucrados.
- *Necesidades*: El docente se libera de una parte monótona de la enseñanza, lo cual le deja tiempo para chequear la actuación de sus alumnos, solventar sus dudas, guiarlos, etc. y a la vez ocuparse del diseño de materiales adecuados al currículo que desarrolla y a sus audiencias.

- *Evaluación:* El ordenador tiene la potencialidad de evaluar las respuestas de los alumnos con exactitud, siempre y cuando el diseñador del software incluya todas las posibles respuestas.
- *Significado:* Se puede hacer énfasis en cuestiones de tipo semántico para evitar que sólo las respuestas mecánicas imperen dentro del programa que se ejecuta. No olvidar el respeto por la notación (importante en el lenguaje matemático), hacer restricciones respecto a errores ortográficos, considerar que hay palabras cotidianas que tienen distintos significados, etc., pues “comprender el lenguaje es entender el concepto que una determinada palabra simboliza” (Orton, 1990, 16).

PROGRAMA DE ADIESTRAMIENTO Y PRÁCTICA		
NOMBRE	DESCRIPCIÓN	INTERFAZ
Arithme Tick-Tack-Toe Versión 1.2	Juego tradicional de la vieja (marcar X y O). Se requiere que los jugadores den una respuesta correcta al problema matemático antes de colocar su X u O. Presenta varios niveles.	

Cuadro 2.13: Ejemplo de un Programa de adiestramiento y práctica.

Otros programas son los de tutoría informática o simplemente *tutoriales*, que poseen una forma más sofisticada de interacción en comparación con los programas de adiestramiento y práctica pues intentan reproducir la forma de enseñanza basada en el diálogo con el tutor y como lo afirma Stribel (1993, 51), “están diseñados para asumir la responsabilidad total de la enseñanza”, aunque siguen dentro del marco conductual y tecnológico.

Para Bartolomé (1999, 121), “un tutorial es un programa que guía al alumno en su aprendizaje, proporcionándole información y actividades que, supuestamente, deberían confirmar, reforzar o provocar el aprendizaje”.

Estos programas son adecuados para la adquisición de contenidos conceptuales concretos, facilitan la comprensión de conceptos simples y usan módulos para resolver situaciones concretas. Presentan explicaciones, descripciones, problemas e ilustraciones gráficas del concepto que desarrollan. Los conceptos se

encaminan para su aprendizaje sin ningún esfuerzo en la instrucción, al contrario de los programas de adiestramiento y práctica que sólo proporcionan práctica y su valoración.

Algunos tutoriales presentan un pretest para ubicar al usuario en el nivel que le corresponda dentro de la lección, después de la parte tutorial del software se presentan ejercicios de adiestramiento y práctica y al finalizarlos el usuario deberá presentar un postest. El usuario puede ver su record cuando termina la lección, así como algunas sugerencias adicionales para mejorar en su estudio (Bitter y Pierson, 2002).

Los tutoriales tradicionales se originan a finales de la década de los 50's en las universidades norteamericanas, presentan la información y a práctica en forma lineal, las diferentes pantallas se van presentando al usuario cual si leyera un libro y no se toman en cuenta las diferencias individuales, en cambio los tutoriales ramificados no requieren que todos los usuarios sigan el mismo camino a menos que los resultados del pretest y postest lo sugieran.

Luego surge el Mastery learning, principal apoyo psicológico y pedagógico de la EAO, el cual "se apoya en la idea de que bajo las condiciones adecuadas, la mayoría de los estudiantes pueden aprender bien lo que los profesores quieren que aprendan y que, de este modo, la educación puede ser mejorada sustancialmente" (Vaquero 1992, 19), su núcleo es el diagnóstico y la corrección, dan más tiempo de aprender a los más lentos y el profesor ayuda al alumno para que domine (master) un alto porcentaje de la materia objeto de estudio.

Los tutoriales han ido evolucionando, desde sus diseños clásicos (lineal y ramificado) hasta diseños alternativos (diseño en malla) donde cada situación se relaciona con otras en las que algún elemento cambia y los caminos a seguir los define el usuario. Se trata de tutoriales inteligentes basados en sistemas expertos (el sistema extrae conclusiones al cotejar las respuestas del usuario con una base de datos de acuerdo a un criterio probabilístico), el programa responde inteligentemente ante las respuestas incorrectas, predice las más comunes y ofrece explicaciones elaboradas acordes a la incorrección, es decir, el ordenador no pierde su carácter directivo. En el Cuadro 2.14 mostramos un tutorial disponible hoy en la Internet.

Los programas informáticos de ejercitación y práctica y los tutoriales introducen un esquema racional de medios y fines en el que un agente externo conceptualiza, diseña y gestiona el proceso de aprendizaje, mientras que la adquisición de

conocimiento y la construcción de destrezas se someten a criterios de eficacia y rendimiento.

TUTORIAL		
NOMBRE	DESCRIPCIÓN	DIRECCIÓN ELECTRÓNICA
NaturePainter Digital Canvas	Es un programa para Windows que facilita el aprendizaje, la práctica y la enseñanza de la pintura.	www.naturepainter.net 

Cuadro 2.14: Ejemplo de un Tutorial.

Se concede a los alumnos sólo un control en ritmo, ruta y cronología. La interacción está controlada por un algoritmo explícito, se centra en las mejoras en el rendimiento y el alumno es un medio hacia el fin establecido por otra persona, lo cual justifica “la consideración de los seres humanos como procesadores de información y seguidores de normas (en lugar de cómo individuos con intencionalidades únicas) legitima la uniformización de los objetivos, métodos y resultados educativos” (Stribel, 1993, 58).

Pero las dificultades para implementar las diversas metodologías (ejercitación y práctica, tutoriales, etc.) en la EAO se deben al ordenador en sí mismo, el cual no está ligado a ninguna corriente en particular sino que puede ser potencialmente utilizado dentro de cualquiera de ellas (Campos y Mancebo, 1995).

El software de adiestramiento y práctica permite a los estudiantes trabajar en temas que ellos conocen y es ideal para aquellos que necesitan soltura en alguna destreza, además el medio electrónico puede ser más motivante que el lápiz y el papel. Mientras que los tutoriales intentan ayudarlos en el desarrollo de conceptos concretos a través de la instrucción y el feedback y son ideales para aquellos grupos de alumnos con diferentes estilos y niveles de aprendizaje o para los que requieren instrucción en un tópico específico. Pero ninguno de ellos, en sus versiones tradicionales, les permiten al usuario el aprendizaje experimental.

B. Programas Informáticos y Cognitivismo

La teoría conductista sólo proporciona una descripción de la conducta, consideran un modelo estándar de alumno y una cultura escolar homogénea. La enseñanza programada ha recibido críticas porque "analiza un esquema simple de estímulo-respuesta a comportamientos observables y no servía para explicar aprendizajes complejos" (Marqués, 1999, 59), mientras que las teorías cognitivas tienen como objetivo la descripción de los procesos involucrados en la conducta cognitiva del individuo, según Vaquero (1992), es decir, buscan "explicar la actividad inteligente en términos del procesamiento mental de la información" (Crook, 1998, 90). Esta descripción se materializa en unos programas que simulan aspectos de dicha conducta o del quehacer cognitivo del sujeto.

De acuerdo con Crook (1998), la psicología cognitiva no considera la contextualización del aprendizaje y beneficia la idea de que adquirimos formas de actuar de carácter general y en este marco los ordenadores pueden considerarse como laboratorios donde preparar las herramientas que faciliten el aprendizaje.

El trabajo con los ordenadores está desligado de la actividad social que reina en toda práctica educativa en el aula, las teorías cognitivas tradicionales no se oponen a ello, basándose, quizás, en la idea de que los programadores tratan de elaborar reproducciones informáticas de los diálogos humanos (interactividad) que intentan sustituir la intervención del profesor y que los teóricos cognitivos han tratado de perfeccionar para que parezca cada vez más inteligente.

En este enfoque del ordenador como herramienta se puede fomentar la creencia de proporcionar un ambiente donde el aprendiz pueda cultivar ciertas destrezas que, una vez dominadas, pueda usarlas en distintos contextos, lo cual también desvía la atención de los procesos sociales de la instrucción.

Así el ordenador como un objeto con el cual pensar nos conduce al campo de los lenguajes informáticos y las simulaciones, los cuales "imponen un sesgo de nuestros modos de percepción hacia los conocimientos de tipo cuantitativo, declarativo y procedimental, ocultando otros tipos de conocimiento" (Stribel, 1993, 64), pues estas herramientas informáticas poseen su propio sistema de símbolos y una semántica particular.

Cuando el usuario diseña un programa para resolver un problema necesita conocer el *lenguaje de programación* con el cual codificar su algoritmo, también debe plantearse algunas inquietudes referidas al cómo organizar los datos, cuáles subtareas lo conducen a la solución, cuál error de aproximación permite que la solución converja, etc., y a su vez explorar el modo en que dicha actividad le ayuda a pensar y aprender sobre el problema que se ha planteado.

“La programación correcta capacita a los aprendices para afrontar y examinar una representación concreta de sus procesos de resolución de problemas”, como apunta Crook (1998, 96), pero una programación incorrecta también lo ayuda a coordinar los efectos de unos comandos del código fuente y las relaciones visuales que originan. Este feedback le permite mejorar la comprensión de su propia actividad y en consecuencia a mejorar su conocimiento del fenómeno que estudia.

El ordenador maneja datos y símbolos de acuerdo con reglas sintácticas (pero somos los usuarios quienes asignamos significados), eso implica que los ordenadores legitiman las características del conocimiento que encajan en su marco, como son: orden debido a reglas, sistematicidad objetiva, claridad explícita, ausencia de ambigüedad, ausencia de redundancia, coherencia interna y aspectos cuantitativos y deslegitima otras: objetivos no previstos, carácter connotativo y tácito, racionalidad dialéctica, ambigüedad, redundancia, simultaneidad de distintas lógicas y aspectos cualitativos (Stribel, 1993).

Debemos cuidar no depender tanto de las características formales del conocimiento que de la dimensión interpretativa del mismo cuando se usa el ordenador como herramienta, pues ello nos obliga a actuar como procesadores de información, llegar a conclusiones mediante cálculo y análisis racional, reducir los problemas a términos explícitos y de procedimiento, a pesar de ser activos, intuitivos y constructivos. Ello llevaría a los estudiantes a niveles bajos en la esfera cualitativa, dialéctica y experimental de los sucesos naturales y sociales.

Las *simulaciones*, por su parte, plantean situaciones en las que pueden suceder cambios ante los cuales el usuario toma decisiones cuyas consecuencias se traducen en nuevos cambios en el entorno. Para Bartolomé (1999, 129), “el objetivo del usuario puede ser explorar un entorno, asegurar la permanencia del sistema o simplemente sobrevivir”.

En estos entornos donde el usuario toca las teclas, experimenta y toma decisiones, “el ordenador se convierte en una herramienta que potencia el desarrollo de habilidades cognitivas del alumno”, (García 1996, 193). Pues como lo afirma Marqués (1999, 63), "los ordenadores son sistemas simbólicos de representación de la realidad que interaccionan con la estructura cognitiva de los estudiantes".

Cada simulación posee ciertas características propias pero en general podemos decir que son realistas (debido al uso de videos y al diseño de la interfaz), permiten el uso de dispositivos auxiliares (joystick, pantallas táctiles, etc.), permiten el desarrollo de destrezas (por ejemplo, los simuladores de vuelo), favorecen la toma de decisiones y la capacidad de interactuar con la máquina, pueden ser usadas en grupo (por ejemplo las relacionadas con medicina y el área financiera), etc.

Las simulaciones educativas permiten al usuario manipular objetos; realizar diversos procedimientos; actuar en una situación determinada o experimentar con fenómenos que en su aula o entorno no podría, por no contar con los medios o por ser éstos muy peligrosos (Bitter y Pierson, 2002).

Este tipo de software proporcionan un entorno rico para la construcción del aprendizaje individual, pues en ellos el usuario puede aplicar sus conocimientos y destrezas, tomar decisiones, ser un participante activo, tomar riesgos, presenciar las consecuencias de sus decisiones y sacar sus propias conclusiones con lo cual se favorece el aprendizaje por descubrimiento.

A continuación, en la Figura 2.5, mostramos un ejemplo de una simulación donde se pide hallar la velocidad de un paracaidista en función del tiempo t después de abierto el paracaídas. Para ello se usa software Geometer's Sketchpad, desarrollado en Pennsylvania-USA a raíz del proyecto Visual Geometry Project (VGP) dirigido por el Dr. Eugene Klotz y la Dra. Doris Schattschneider.

El programa fue diseñado principalmente para el uso en clases de geometría pero es útil en la enseñanza de otros temas del campo de la Matemática. Con este programa el estudiante puede realizar una gran variedad de construcciones geométricas, explorar con ellas, establecer conjeturas y experimentar.

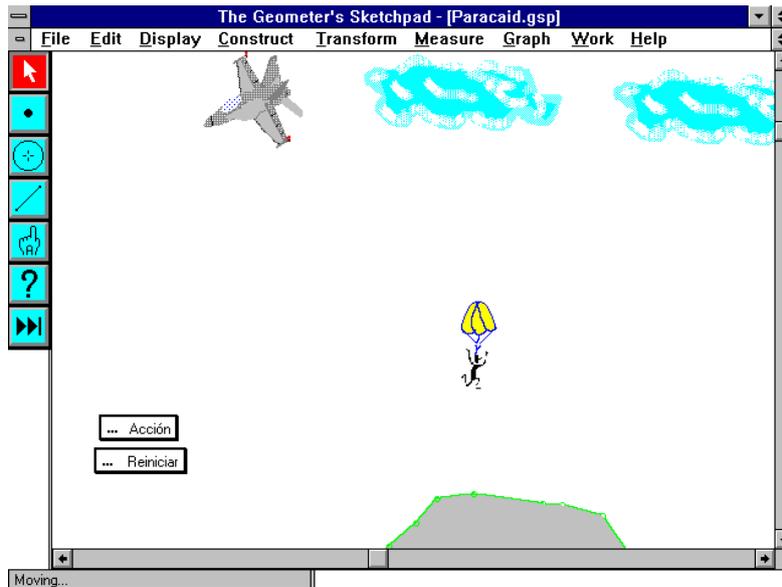


Figura 2.5: Simulación de un problema de paracaidista con el software Geometer's Sketchpad.

C. Programas Informáticos y Constructivismo

Las teorías constructivistas comparten con las cognitivistas el interés de definir estructuras cognitivas generales, como nos acota Crook (1998). Para ello nos aprovechamos de los medios de enseñanza en el sentido de que no influyan sobre estructuras cognitivas concretas (atención, memoria, recuperación de información, etc.) sino en su funcionamiento integral.

En cuanto al ordenador, hay dos aspectos del pensamiento constructivista que intervienen en su integración en el contexto social del aula que se refieren a la visión del aprendizaje centrado en el alumno y a la visión del ordenador como herramienta para pensar. Esto gira la atención a la creación de ambientes adecuados para el aprendizaje por descubrimiento (que los niños exploren y construyan por si mismos aprendizajes nuevos) y a la dimensión de las interacciones sociales durante el aprendizaje.

Para Piaget y sus discípulos el aprendizaje es una construcción del sujeto en interacción con el medio. Como consecuencia de ello surge la preocupación de proporcionarle al sujeto entornos de enseñanza aprendizaje que le estimulen sus habilidades cognitivas.

Los ambientes informatizados pueden permitir la integración o el perfeccionamiento de las destrezas cognitivas a través de una práctica significativa, es

decir, el usuario ha interiorizado las formas de actuar con el medio y ello origina nuevas estructuras cognitivas personales.

El entorno de programación *Logo* fundamentado en que el sujeto construye su conocimiento, como resultado de un aprendizaje significativo y por medio de la acción, es un ejemplo de tal entorno. Esta herramienta computacional la presentó Papert con la metáfora de la tortuga que permite al usuario crear mundos ficticios con los cuales experimentar, donde la personalización de la actividad creadora y el apoyo de la estructura del pensamiento son sus cualidades. Logo es un vehículo para introducir conceptos básicos de programación.

Basado en este lenguaje de programación tenemos como ejemplo el ambiente de aprendizaje Micromundos, en el cual se pueden construir proyectos en cualquier área curricular. Es un programa bastante completo y simple a la vez, pues permite el desarrollo de aplicaciones sofisticadas, ya sea que se programe o se utilicen los elementos ya diseñados en sus bibliotecas de vídeos, textos, dibujos, gráficos, sonidos, etc.

Presenta una interfaz amigable, con elementos familiares al tipo de usuario al que va dirigida, con sólo hacer clic en el ratón sobre sus botones y escribir en una caja de diálogo sus comandos que son sencillos pues se asemejan al lenguaje natural, podrán niños y jóvenes obtener creaciones propias según su forma de ver el mundo y sentirlo, por lo tanto no requiere un aprendizaje profundo de los comandos. En la Figura 2.6, apreciamos una construcción sencilla de un cuadrado sólo con el comando: Repite 4 [cp ad 100 de 90].

Micromundos está estructurado para ayudar a los alumnos a desarrollar habilidades tanto en resolución de problemas como en pensamiento creativo. Este es un programa dinámico, puede hacer que las cosas se muevan y puede mostrar imágenes en movimiento, lo cual es una ventaja, pues muchas áreas de las ciencias y letras se prestan para trabajar con elementos dinámicos.

Otras utilidades dentro de esta concepción son: las *simulaciones*, que como acota Bartolomé (1999) pueden ser utilizadas bajo diferentes planteamientos (según el programa curricular), es decir son ambivalentes, las más sencillas pueden ubicarse dentro de los programas de adiestramiento y práctica y las más complejas dentro del enfoque constructivista. Las simulaciones proporcionan contextos ricos para la construcción del aprendizaje individual, presentan experiencias de la vida misma y por ello requieren de la combinación de destrezas y conocimientos.

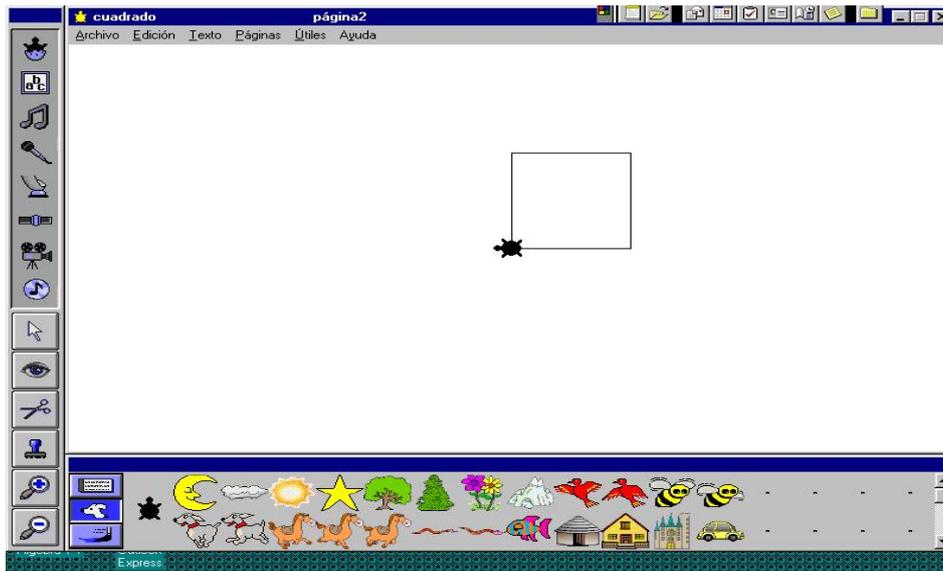


Figura 2.6: Micromundos, basado en el lenguaje de programación Logo.

Las enciclopedias que antes encontrábamos en las bibliotecas o librerías en varios tomos, tan voluminosas y pesadas, ahora las podemos encontrar en uno o varios CD-ROM. Las incluimos, junto a los diccionarios, dentro de los *programas de referencia*, los cuales presentan la información en diversos formatos: textual, gráfico, audio y video, a la que se puede acceder desde un índice, poseen enlaces a través de palabras activas o botones de navegación, también han evolucionado y ahora presentan recursos multimedia como la historia o lista de pantallas visitadas, toma de notas, etc.

Las *herramientas informáticas* como procesadores de palabras, bases de datos, hojas de cálculo, editores gráficos, herramientas de dibujo y programas de autor; también las ubicamos dentro de esta perspectiva porque le dan maestría a profesores y estudiantes en el manejo de información textual, gráfica y numérica pudiendo con ello lograr creaciones únicas. Estas utilidades no están dentro de un área específica pero le permiten al usuario transferir las habilidades y hábitos que con ellas adquieren al usar otros programas.

Con un procesador de palabras los usuarios podrán, por ejemplo, crear cuentos o composiciones sobre algún tópico dentro del currículo que desarrollan, o crear también con una herramienta de dibujo (Paint brush, por ejemplo) lindas composiciones artísticas libres o alusivas a algún tema en particular, que podrán compartir con otros niños. Mientras que con los programas de autor el aprendiz podrá generar programas multimedia.

Otros programas en este enfoque son los de *resolución de problemas*, los cuales requieren que el usuario aplique estrategias de alto orden y la síntesis de su conocimiento en distintas áreas para resolver un problema o un caso específico.

Los programas de este tipo proporcionan al usuario la práctica en resolución de problemas a través de modelos generales, focalizados en un área específica del conocimiento o por medio de un entorno abierto donde el usuario pueda descubrir y aplicar sus propias estrategias. “Good problem-solving program promote the development of logical systematic thinking patterns and transcend the boundaries of simple tutorial or drill-and-practice programs” (Bitter y Pierson, 2002, 151).

Estos programas favorecen el pensamiento crítico, la adquisición de destrezas de alto orden, interpretación de situaciones, chequeo de hipótesis, etc. y para ello “el alumno debe buscar la información, valorarla, seleccionarla e integrarla en su camino de construcción de un conocimiento”, como nos indica Bartolomé (1999, 128).

D. Programas Informáticos y la Teoría Sociocultural

Al igual que en el constructivismo, en la teoría sociocultural hay un compromiso con el aprendizaje activo, pero esta última presta más atención al orden del mundo que surge de la historia social: sus artefactos, tecnologías, instituciones, etc., y a los procesos de interacción social para apoyar el cambio cognitivo, como apunta Crook (1998).

Así, la teoría sociocultural, apoyada fundamentalmente en los aportes del psicólogo bielorruso Lev Vygotsky, tiene como argumentos: “el origen social de los procesos mentales humanos y el papel del lenguaje y de la cultura como mediadores en la construcción e interpretación de los significados” (De Pablos, 1998, 460). Y por ello, se interesa por analizar las situaciones curriculares mediadas no sólo por el lenguaje sino también por los nuevos mediadores como la televisión, el ordenador, multimedia, etc.

Este concepto, la mediación, nos permite abordar el papel de los medios en la enseñanza, desde cualquier material educativo, pasando por la interacción con otro individuo hasta los multimedia, los cuales fungen como intermediarios entre el contexto social y el individuo, en vista de que cualquier función mental en el desarrollo del niño aparece en dos planos: el plano social (el primero) y luego en el plano psicológico (el segundo).

Otro concepto clave es el de la internalización, definido como “la incorporación al plano individual, intrapsicológico, de lo que previamente ha pertenecido al ámbito de nuestras interacciones con los demás” (De Pablos, 1998, 463).

Estos conceptos se ven favorecidos con el uso de programas para acceder a las redes de telecomunicaciones (producto de la asociación entre la tecnología de las computadoras y las telecomunicaciones, Telemática), que ofrecen gran potencial para la educación, tales como: correo electrónico, acceso a foros, la transferencia de archivos, la búsqueda de información, la investigación sobre las fuentes de información hasta el intercambio de experiencias.

El *correo electrónico* (conocido como e-mail) es el sistema básico de comunicación en Internet. Al contratar un servicio de acceso a Internet obtenemos un código (dirección y password) y un buzón de correo electrónico. Este servicio nos permite enviar cartas a través del ordenador a otras personas que igualmente estén conectadas a la red. Estas cartas, acumuladas en el buzón (en el disco duro de un servidor de Internet), son enviadas al ordenador del destinatario cuando éste las pide. Actualmente, el usuario puede enviar y recibir distintos tipos de archivos, tales como: imágenes, sonidos, hojas de cálculo, páginas web, etc.; puede modificarlos directamente del mismo archivo; tiene la posibilidad de enviar un mismo mensaje a numerosas personas a la vez y cuenta con un servicio rápido, económico y fiable.

Son ejemplos de programas de gestión de correo electrónico: Eudora, Netscape, Outlook y Microsoft Mail.

Para los *Foros*, los profesores se subscriben a listas de discusión (sistema ágil para intercambiar y debatir opiniones utilizando el correo electrónico) y grupos de noticias (newsgroups), a través de los cuales intercambian sus opiniones sobre temas relacionados con la docencia y, en su caso, piden ayuda sobre determinadas temáticas a sus colegas.

Las *Videoconferencias* permiten sostener reuniones e intercambios a distancia, donde los grupos reunidos, a través de estos instrumentos, en un espacio virtual pueden participar en conversaciones de carácter pedagógico y/o científico, intercambiar o completar informaciones críticas, establecer asociaciones estratégicas, y por ende favorecer la cooperación y la integración.

Una forma sencilla de videoconferencia son los grupos de conversación IRC (Internet Relay Chat) o simplemente *chats*, que permiten la comunicación simultánea y

en tiempo real entre personas que se conectan a la conversación en un momento dado. A través de los chats cada usuario ve en su pantalla la lista de las personas que están conectadas y los mensajes que van escribiendo, en algunos casos la comunicación puede hacerse mediante la transmisión de voz o también se pueden ver mutuamente los participantes que disponen de una cámara de videoconferencia conectada a su ordenador. Para acceder a los chats se utilizan programas específicos como CuSeeMe, mIRC, Netscape-4 o NetMeeting.

Internet integra actualmente la mayor base de datos del mundo en soporte informático, el *World Wide Web*, formada por millones de páginas (archivos), con información de todo tipo, que están repartidas por los miles de servidores de Internet (ordenadores conectados permanentemente a la red). Cada página WEB tiene una dirección URL (Uniform Resource Locator) que la identifica. Las páginas WEB están escritas en el lenguaje HTML (HyperText Markup Language), pero actualmente también pueden realizarse con el editor de textos Microsoft Word o Netscape. De esta manera, cualquier persona puede difundir a escala mundial sus creaciones con sólo editarlas en forma de páginas web y enviándolas a un servidor de Internet una vez contratado un espacio (Minian, 2000).

Las redes informáticas rompen la lógica narrativa: planteamiento, desarrollo, desenlace; pues a través de sus múltiples enlaces se puede navegar libremente, no hay itinerarios preestablecidos y al mismo tiempo intercambiar opiniones con otros navegantes, se afectan las capacidades de procesamiento de información de modo cualitativo accediendo a nuevos dominios, las percepciones, los mecanismos cognitivos, incluyendo el orden social.

Se está produciendo un cambio importante en la manera de escribir la información, en la manera de almacenarla y en la manera de comunicarla; algo similar a lo que ocurrió cuando apareció la imprenta. Actualmente pasamos del lápiz y el papel, al teclado y la pantalla, lo cual trae como consecuencia que la forma de transmitir y recibir la información sea más mediatizada y la capacidad de trabajar conjuntamente a distancia sea una realidad. “Podemos afirmar que la comunicación mediatizada por la computadora (CMC) induce cambios en la sociedad, modificando las formas de vida y de trabajo, los valores culturales y, en general, el perfil sociocultural” (Minian, 2000).

Como el enfoque cultural no se centra en el individuo como sucede en otros enfoques, más bien dirige su atención a los sistemas funcionales o “sistemas de

actividad cognitiva en los que participan los individuos, interactuando con diversos elementos mediadores para conseguir algún objetivo” (Crook 1998, 99), se ve favorecido el uso de apoyos cognitivos externos, como los mencionados anteriormente. En el caso del ordenador (como herramienta) podríamos citar, como ejemplo del sistema funcional de la escritura del niño, el caso de la composición de cuentos a través de un procesador de palabras. En cierta forma este mediador cambia la forma de organizar la actividad, proporciona nuevas formas de presentar los textos, permite agregar figuras, usar distintos tipos de letras, etc., igual pasa cuando los jóvenes o adultos se comunican a través de correo electrónico, los chats o las videoconferencias, se vislumbran unos recursos más amplios para nuevos modelos de participación intelectual

En vista de lo anteriormente expuesto se requiere que los docentes y las instituciones educativas involucradas creen las condiciones pedagógicas para que a partir de lo que sus estudiantes ya conocen puedan, en forma autónoma, construir nuevos conocimientos, es decir, colocarlos en la zona de desarrollo próximo (distancia entre el desarrollo real del niño y su desarrollo potencial). El planteamiento debe ser cómo usar las tecnologías para hacer las cosas que todavía no se pueden hacer y no sólo cómo poder usarlas para mejorar aquéllas que ya se hacen.

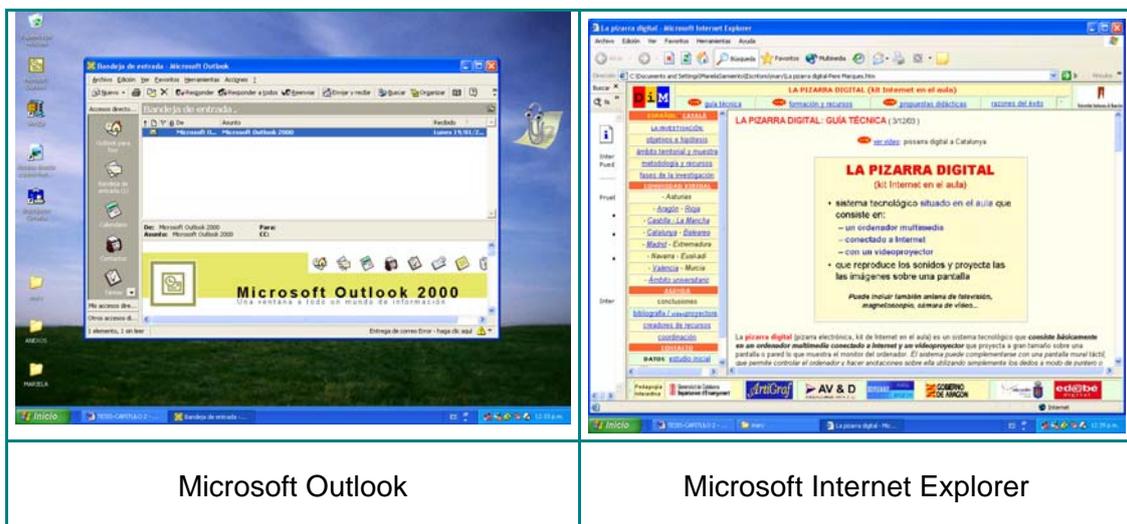


Figura 2.7: Programas de Microsoft para gestión de correo y páginas web.

2.2 Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas

En las diversas situaciones educativas que se le presentan al docente cuando enseña Matemáticas, adopta métodos y estrategias de enseñanza que muchas veces ha aprendido de sus profesores, en su época de estudiante, o algunos que ha llevado a la práctica y que la experiencia le ha dicho que funcionaba en ese contexto y con esas audiencias, pero que al intentarlas con otros grupos las cosas no han resultado como lo esperaba. “Parece que la tarea docente no puede realizarse sin aceptar unas opiniones teóricas, aunque tales teorías (así se afirmará) deberán estar firmemente basadas en datos empíricos” (Orton 1990, 12), no queremos decir que las decisiones que ha tomado el docente, debido a su experiencia de trabajo con los niños(as), observando sus conductas y estrategias de aprendizaje no sean útiles, más bien queremos llamar su atención sobre lo no adecuadas que resultarían en determinadas situaciones de aprendizaje, por ejemplo, ¿cómo podría un niño organizar los números, de dos cifras o más, para sumarlos o restarlos si no comprenden el concepto de valor posicional?. En muchas situaciones de aprendizaje hemos visto a niños de 4º grado con problemas para restar dos números cuando el minuendo es menor que el sustraendo, muchos de ellos restan el mayor menos el menor sin importar el orden de los términos ($64 - 27 = 43$, por ejemplo), otros lo harán correctamente, entonces no basta con decirles, por ejemplo, que debe colocarlos uno debajo del otro y restar, no basta con explicarles el procedimiento, en cada actividad matemática están involucradas la comprensión conceptual, los conocimientos previos, los estilos cognoscitivos, etc.

Quizás, lo que ha sucedido es que no se les han proporcionado experiencias de aprendizaje distintas a las que involucran el cuaderno y el lápiz, no se ha reconocido la importancia de “enseñar las Matemáticas como una materia integrada”, no se ha visto al niño como un creador de significados que aporta sus vivencias a los procesos educativos donde se involucra (Bishop, 1999, 19) o no se presta la atención adecuada a la forma personal (o propia) de pensar y aprender de los niños(as).

No queremos ser negativos, más bien queremos aportar ideas que puedan ayudar a los educadores a conseguir salidas idóneas que les permitan tomar decisiones con conocimiento de causa sobre la enseñanza de las matemáticas, por ejemplo, los educadores podrían idear situaciones que incluyan los principios del

aprendizaje acotando no sólo lo referente al medio sino tomando en cuenta que los niños(as) ya poseen estados mentales antes de iniciar su aprendizaje, esto implica que los docentes necesitan tener el conocimiento de: “un marco psicológico sólido que pueda ofrecer una explicación precisa del aprendizaje” (Baroody, 1988, 21), cómo diseñar un currículo integrado tomando en cuenta que “cuanto más abstracto es un tema más sencillo resulta lograr la integración” (Martinello y Cook, 2000, 91) y tener presente que el aprendizaje debe ser significativo para los niños(as).

La intervención del docente durante el acto educativo puede estudiarse desde diferentes perspectivas, si seguimos a la Escuela Clásica y sus derivaciones conductistas: el profesor enseña para que los alumnos aprendan sin preocuparse del cómo aprenden (o la preocupación es sólo muy indirecta) y se centra en el qué aprenden (contenidos), pero descuida el cómo aprenden (procesos cognitivos y afectivos) y sobre todo el para qué aprenden (capacidades y valores utilizables en la vida cotidiana). Mientras que la Escuela Activa, y muchas de sus secuencias constructivistas, se interesa más del cómo, entendiéndolo como forma de hacer, no como acción mental” (Román y Díez, 2000)

Las teorías del aprendizaje tratan de explicar como se constituyen los significados y como se aprenden los nuevos conceptos. En la teoría conductista, se afirma que “el conocimiento se imprime en la mente desde el exterior” y en la teoría cognitiva se aduce que “el conocimiento significativo no puede ser impuesto desde el exterior sino que debe elaborarse desde dentro” (Baroody, 1988, 22). Dos posturas opuestas para las que el objetivo de la enseñanza de las Matemáticas es la memorización de datos y procedimientos aritméticos (en la primera) y la comprensión y el pensamiento matemático (en la segunda). Vamos a desarrollar los puntos de esta sección siguiendo el enfoque de la teoría cognitiva.

Si promocionamos el aprendizaje a través de la comprensión del entorno motivando a los niños(as) para que descubran las relaciones existentes entre los elementos de información y luego los abstraemos de ese contexto con actividades y estrategias de enseñanza que procuren o que den importancia al correcto manejo del lenguaje matemático, contribuiríamos a que el manejo de la notación surja desde dentro evitando el uso de métodos memorísticos, no sólo por lo ineficaz que pueden resultar sino por evitar que las Matemáticas carezcan de significado para ellos(as), pues “los individuos aprenden la teoría del conocimiento de su cultura mediante el

aprendizaje de los pormenores del lenguaje” (según Lancy 1983, citado en Bishop, 1999, 87), en nuestro caso del lenguaje matemático.

El rigor del lenguaje de esta área académica, cuya simbología podría confundir o aburrir a los niños(as), debe tomarse en cuenta dentro de ese entorno académico creado por los docentes en el cual harán que los chicos piensen, actúen, planteen preguntas, resuelvan problemas y discutan sus ideas, estrategias y soluciones, matemáticamente.

Ello no podría ser posible sin la planificación previa de los contenidos de aprendizaje y en opinión de Hernández y Soriano (1999, 43), debe tomarse en cuenta que “su selección y secuenciación no han de diferir de la forma en que se estructura científicamente la disciplina; aunque esto no quiere decir que el diseño de la enseñanza no ha de partir de situaciones reales”.

También se lograría incluyendo tareas que motiven la curiosidad de los niños no sólo por hallar las respuestas, sino por la escogencia de la estrategia adecuada, tareas que los conecten con su mundo real o dentro de contextos puramente matemáticos y/o a través de medios, tales como los informáticos, donde muchos de los programas (el Clic, por ejemplo) le permitirán al docente crear entornos de aprendizaje de las Matemáticas que conduzcan a los niños(as) por caminos un poco más atractivos (matemáticamente hablando), que les llene de curiosidad el transitar por ellos, donde el trabajar colaborativamente con el compañero promueva discusiones y decisiones matemáticas, aumento de la comprensión matemática y diversión, ¿por qué no?, si el juego es una excelente estrategia que contrarresta los niveles de ansiedad que las Matemáticas originan en muchos de nuestros alumnos(as).

En resumen, se trata de proporcionarle al docente de los conocimientos sobre una herramienta (el medio informático) con la cual podrá proporcionarle a sus alumnos(as) experiencias de aprendizaje de las Matemáticas ricas, gratas, motivadoras, significativas, creativas y aplicadas a la toma de decisiones y a la solución de problemas, sin esperar que ésta sea la única estrategia de enseñanza o que remplace otras, como apunta la NCTM (2000, 25), “Technology should not be used as a replacement for basic understandings and intuitions; rather, it can and should be used to foster those understandings and intuitions”.

2.2.1 Principios de la enseñanza de las Matemáticas

Las Matemáticas, lenguaje formal con sus propias reglas semánticas y sintácticas, es un medio riguroso para expresar el pensamiento (Nesher, 2000), que resulta difícil de aprender para muchos estudiantes, quienes, por ejemplo, no consiguen determinar a qué operación aritmética se refiere el enunciado de algún problema (dificultades en la transición del lenguaje natural al lenguaje matemático) o no comprenden algún concepto (la interacción social y la comunicación son componentes esenciales en los procesos de conceptualización). Es aquí donde el papel que juega el docente es primordial, ayudando a los estudiantes a crear vínculos entre su lenguaje informal y nociones intuitivas y el lenguaje abstracto y simbólico de las Matemáticas.

A los docentes debemos, como formadores de formadores, proveerlos de oportunidades de formación en las cuales ellos puedan conocer nuevas estrategias de enseñanza, mejorar su conocimiento matemático y enriquecer su capacidad de expresar o comunicar en Matemáticas. Pero no hay recetas que conduzcan a los docentes en la mejora de la enseñanza de las Matemáticas, a juicio de Alsina y otros (1998, 90), “la experiencia en la enseñanza de las Matemáticas en primaria pone de relieve una serie de dificultades que se traducen en errores que persisten mucho tiempo y que dificultan aprendizajes posteriores”, es por ello que el docente debe proporcionarles al niño actividades que los guíen en la obtención de vínculos entre el lenguaje informal o no formal y el lenguaje matemático y llenarlos de experiencias que le permitan percibir el mundo físico que le rodea y que luego, a través de analogías, vaya comprendiendo conceptos más generales (generalizaciones), más abstractos pues “la percepción y la acción parecen constituir el binomio sobre el que se desarrolla el aprendizaje matemático” (Álvarez, 2001, 153).

En opinión de Bishop (2000, 38), la enseñanza formal de las Matemáticas debería ofrecer a los alumnos:

- “Algo distinto a lo que les aporta la enseñanza de las matemáticas no formal e informal, pero que esté relacionado con ello.
- Algo básico, fundamental y generalizable, pero que incluya conocimientos matemáticos que ellos hayan adquirido fuera de la situación formal.
- Algo profundo y bien estructurado, tanto desde un punto de vista matemático como desde un punto de vista psicológico.

- Algo motivador, enriquecedor y estimulante.
- Algo relevante para sus vidas presentes, que para ellos tenga significado aprenderlo y sea útil para sus vidas futuras”.

Según lo acotado y la opinión de Holmes (1985, en Hernández y Soriano, 1999), podremos considerar cuatro principios en la enseñanza de las Matemáticas en Educación Básica, desde un punto de vista cognitivo, estos son: La promoción del uso de los procesos cognitivos, el aprendizaje de conceptos y generalizaciones, considerar la motivación intrínseca y la atención a las diferencias individuales, los cuales exponemos a continuación.

A. Promover el uso de los procesos cognitivos.

Muchos procesos cognitivos ocurren cuando los estudiantes piensan y se comunican matemáticamente, el docente debe estar al tanto de ello para incentivarlos en ir de lo más concreto a lo más abstracto y viceversa, aunque los conceptos de concreto y abstracto son relativos, en efecto, la asimilación de una noción cualquiera, en particular de una noción matemática, pasa por distintas etapas en las que lo concreto y lo abstracto se alternan sucesivamente. Lo que es abstracto para una etapa, pasa a ser la base concreta para la siguiente. De acuerdo con esto, los docentes organizarían las producciones de sus alumnos y les ayudarían así a organizar sus pensamientos, pues “aprender Matemáticas implica pensar, formar y reelaborar esquemas o estructuras de conocimientos matemáticos”, en opinión de Hernández y Soriano (1999, 27).

En los niños existe una zona de desarrollo potencial que indica sus posibilidades de aprendizaje, la cual es mejorable y entrenable con la ayuda adecuada de los adultos (aprendizaje mediado por adultos, compañeros o por medios informáticos, por ejemplo). Este desarrollo posibilita la construcción de herramientas internas para aprender (procesos cognitivos, capacidades, habilidades), las cuales se ven favorecidas con el uso de materiales didácticos matemáticos, entendidos como modelos concretos tomados del entorno que rodea al niño o elaborados a partir de él y con los cuales se pueda traducir o motivar la creación de conceptos matemáticos (Bujanda, 1981).

Este principio se nutre, a nuestro entender, de los principios de enseñanza y aprendizaje en una educación matemática realista, como los llama Goffree (2000). En el Cuadro 2.15, podemos apreciar los principios a los que hacemos referencia.

APRENDIZAJE	ENSEÑANZA
<p><i>Construcción:</i> El niño no sólo repite o rehace, sino que adapta y construye su conocimiento.</p>	<p><i>Bases concretas para la orientación:</i> Crear contextos reconocibles por los niños de acuerdo a sus propios significados.</p>
<p><i>Subiendo el nivel:</i> El aprendizaje de cada niño se da a diferentes niveles de formalización.</p>	<p><i>Modelos:</i> Herramientas manipulables por los niños para vincular las Matemáticas informales y formales.</p>
<p><i>Reflexión:</i> El niño es capaz de resignificar en situaciones nuevas.</p>	<p><i>Momentos de reflexión:</i> Crear un clima pedagógico para cuestionar estrategias y soluciones y propiciar conflictos cognitivos.</p>
<p><i>Contexto social:</i> Los niños aprenden más en compañía de adultos o de otros niños.</p>	<p><i>Lecciones de Matemáticas interactivas:</i> Propiciar la intervención de los niños, sin inhibiciones en un campo en el que no se conocen resultados y donde el trabajo puede cambiar o modificarse.</p>
<p><i>Estructuración:</i> La estructura cognitiva existente en el niño se ajusta para reacomodar las nuevas ideas que se aprenden.</p>	<p><i>Entretejer los hilos del aprendizaje:</i> Basarse en situaciones reales que permitan conectar con otras ideas matemáticas.</p>

Cuadro 2.15: Principios de e-a en una educación matemática realista (Goffree, 2000).

Pues bien, capacidades, destrezas y habilidades constituyen los procesos cognitivos de un aprendiz, los cuales son presentados por Hernández y Soriano (1999) en seis categorías: Recibir, interpretar, organizar, aplicar, recordar, resolver problemas y luego incluyen, el planteamiento de problemas. Para dar una idea de cómo los hemos introducido en nuestro estudio, damos en el Cuadro 2.16 algunos ejemplos de actividades incluidas en el Prototipo β y en algunos de los paquetes diseñados por los docentes participantes (ver Anexo 8).

PROCESOS COGNITIVOS		
CATEGORÍA	PROCESO	EJEMPLO *
<i>Recibir.</i> Aceptar los estímulos del entorno.	<i>Atender</i>	Multi3.sop - OPERAC.pac **
<i>Interpretar.</i> Usar las ideas previas para comprender las nuevas y hacerlas significativas.	<i>Traducir</i>	Lfr.ass - PACHEC.pac
	<i>Comparar</i>	Conm14.ass – PROPIE2.pac **
	<i>Clasificar</i>	Num.ass – ANA.pac
	<i>Ordenar</i>	Multi2.puz - OPERAC.pac **
<i>Organizar.</i> Estructuración de las ideas matemáticas.	<i>Relacionar</i>	Multi7.ass - OPERAC.pac **
	<i>Preguntar</i>	Funi.ass – JOSEFI.pac
	<i>Inferir</i>	Mul93.ass - OPERAC.pac **
	<i>Resumir</i>	Aso13.ass - PROPIE.pac **
<i>Aplicar.</i> Usar contenidos matemáticos aprendidos en situaciones educativas propuestas.	<i>Predecir</i>	Jon2.ass – JONELE.pac
	<i>Evaluar</i>	Eje3pract.txa – NUMJG.pac
	<i>Plantear hipótesis</i>	Mitad3.ass – DIVIDE3.pac
	<i>Comprobar</i>	Eje2pract.txa - NUMJG.pac
Recordar: Traer a la memoria.	<i>Ensayar</i>	M4.puz – MTIPL0.pac
	<i>Imaginar</i>	Jon4.ass - JONELE.pac
	<i>Retener</i>	Jon6.txa - JONELE.pac
Resolver Problemas:	Combinación de los anteriores	Proble1.ass – PROBLE.pac **
Planteamiento de Problemas		—

Cuadro 2.16: Procesos Cognitivos (*Anexo 8, **Prototipo β).

B. Aprendizaje de conceptos y generalizaciones

El niño accede al concepto a través de sus sentidos (primera etapa concreta de la que parte el niño para construir sus abstracciones) y estas sensaciones resultan reforzadas con sus experiencias anteriores, en opinión de Lovell (1986, 24), la entrada de las sensaciones y la actividad perceptiva no son dos procesos separados, más aún, el aprendizaje juega un papel importante en la interpretación de tales sensaciones, las cuales son afectadas “por nuestros modos de pensar, por nuestras actitudes, estados emocionales, apetencias o deseos en un momento dado”. Así, para Gagné y Briggs (1999, 54) “el concepto es una capacidad que le permite al individuo identificar un estímulo”.

Para el aprendizaje de los conceptos matemáticos es necesario partir de lo concreto (material didáctico, contextos reales, juegos, etc.), según Alsina y otros (1998), es lo que Gagné y Briggs (1999) llaman aprendizaje concreto (requisito para aprender ideas abstractas), para luego establecer las relaciones conducentes a la búsqueda de regularidades que les permitan a los niños enunciar conjeturas, establecer propiedades, razonar inductivamente, etc., en este proceso de “abstracción tiene lugar una generalización, por medio de la cual se origina el concepto” (Lovell 1986, 25). Para que el niño pueda fijar estos conceptos y que, además, pueda expresarlos oral, gráfica o simbólicamente tendríamos que facilitarle su aplicación en actividades que también le permitan el uso de los conceptos previamente adquiridos.

Pero, en opinión de Piaget, el niño no llega a realizar abstracciones por el mero hecho de manejar objetos concretos. La abstracción comienza a producirse cuando el niño llega a captar el sentido de las manipulaciones que hace con el material; cuando puede clasificar, por ejemplo, números, atendiendo a si son naturales o fraccionarios, deshace la agrupación y puede después ordenarlos atendiendo a su valor numérico.

Así, el desarrollo de los conceptos e ideas matemáticas provienen de nuestro entorno (experiencia concreta), las experiencias concretas se validan (observación reflexiva), se hace una abstracción matemática de los conceptos involucrados (conceptualización abstracta), luego se aplican (experimentación activa) y se produce el feedback con el contexto para así, iniciar de nuevo el proceso. Según De Lange (1996), los estudiantes necesitan desarrollar y confrontar esas cuatro habilidades para obtener nuevos conocimientos, destrezas y/o actitudes (ver la Figura 2.1).

Los conceptos están continuamente sujetos a un proceso de transformación, son creados y vueltos a crear, no son entidades independientes a ser adquiridas o transmitidas y, de alguna manera, los estudiantes en este cambio de juicios o ideas se ajustan al modelo mostrado en la Figura 2.8. En muchas ocasiones el niño no tiene conciencia de este proceso de abstracción pero a medida que se hace mayor su conciencia y deliberación también aumentan y si les proporcionamos actividades estimulantes y paralelas a su desenvolvimiento neurofisiológico, las abstracciones y generalizaciones se alcanzaran con facilidad y rapidez (Lovell, 1986).

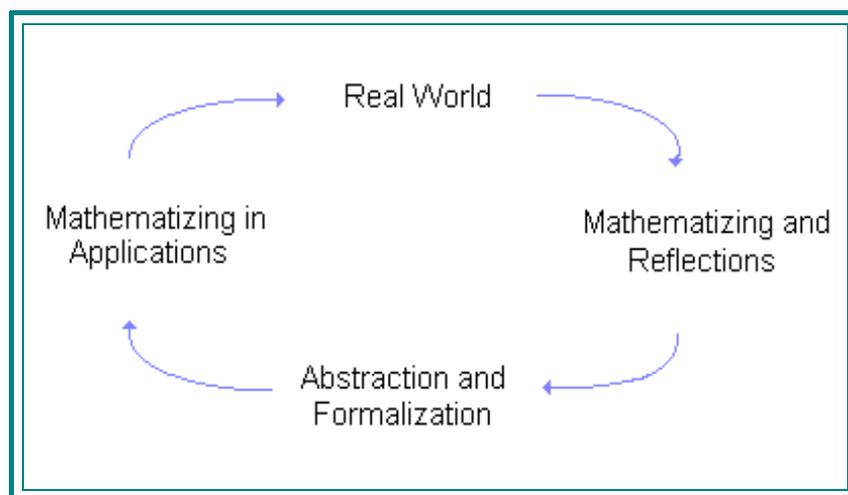


Figura 2.8: Modelo esquemático del proceso de aprendizaje.
(De Lange, 1996, 57)

En las dos últimas habilidades, especialmente, tendríamos que cuidar el correcto uso del lenguaje matemático, el cual posee sus propias reglas semánticas y sintácticas, porque hay palabras familiares que se utilizan en distinto modo (en lenguaje matemático y en lenguaje natural) o de un modo específico en Matemáticas, por ejemplo: la raíz cuadrada de 4 es 2. De igual modo, las frases (proposiciones, en Matemáticas) responden a una sintaxis distinta que el niño aprenderá en la escuela, por ejemplo: $4 + 3 = 7$ está bien escrito en Matemáticas pero $+ 4 \ 3 = 7$ no lo está. Si desde temprana edad en la escuela hacemos énfasis en el correcto uso del lenguaje matemático le evitaríamos al niño problemas en su futuro desenvolvimiento porque “el lenguaje matemático es independiente de la variación del contexto y expresa el pensamiento en forma exacta y concisa” (Gorgorió, Deulofeu y Bishop, 2000, 109) y además lograríamos que comprendieran los conceptos matemáticos y los aplicaran sin enfatizar en su aplicación mecánica o en la memorización de sus

significados, porque “comprender el lenguaje es entender el concepto que una determinada palabra simboliza” (Orton, 1990, 16).

“El lenguaje y los símbolos matemáticos intervienen ciertamente en la conceptualización, porque capacitan al individuo para captar y aclarar los conceptos o actúan como un marco de referencia” (Lovell, 1986, 26), le permiten comunicar lo que ya han comprendido, aunque en ocasiones muchos niños expresan correctamente un concepto sin comprenderlo o al contrario, comprenden un concepto pero no saben como comunicarlo o quizás lo hagan en forma descriptiva.

Así, según Lovell (1986, 33), los conceptos matemáticos pueden definirse como “generalizaciones sobre relaciones entre ciertas clases de datos”, o como lo expresa Hernández y Soriano (1999, 32), un concepto “es una idea que representa una clase de objetos o hechos que tienen ciertas características en común llamadas atributos críticos que se aprenden a través de un proceso” y para que el concepto sea operativo, “tiene que llegar a existir en la mente como algo enteramente abstracto, independiente del material y de la situación” (Lovell, 1986, 35), requiriéndose para su comunicación “un vínculo entre la semántica del lenguaje de las matemáticas y la semántica del lenguaje del mundo en que se quiere aplicar” (Gorgorió, Deulofeu y Bishop, 2000, 112) y esto permitirá que los conceptos y las generalizaciones (reglas o principios matemáticos) fluyan sin dificultad.

Luego para la enseñanza de los conceptos y generalizaciones, los profesores deben facilitar a los alumnos experiencias que los conduzcan a crear sus propios conceptos y generalizaciones, que les permitan moverse (luego de conocer el lenguaje y los símbolos) entre lo concreto y lo abstracto y viceversa. Desde luego, deben cuidar la estrategia de enseñanza, no sólo del concepto o generalización que lo ocupa en ese momento sino pensando en el futuro desenvolvimiento del alumno, por ejemplo, si se plantean a los alumnos problemas tales como: resolver $2 \times \square = 14$, el alumno por ensayo y error calcula el número que multiplicado por 2 de 14, luego al presentársele problemas tales como: resolver la ecuación $3x + 6 = 4x$, en la transición de la Aritmética al Álgebra, el alumno pudiera interpretar el símbolo x como \square , haciendo analogía con el problema anterior, lo cual origina una inapropiada interpretación de los símbolos empleados y los conceptos involucrados. Otros errores que pueden observarse, en el caso de la multiplicación, es la creencia que al multiplicar el producto es “más grande”, en el caso de productos con números naturales sí, pero al pasar al conjunto de las fracciones o de los números decimales, no. Por ejemplo: $2 \times 3 = 6$

pero $2 \times \frac{1}{3} = \frac{2}{3}$ ó $2 \times 0,3 = 0,6$, donde 2 es menor que 6 pero 2 es mayor que $\frac{2}{3}$ y que 0,6.

C. Favorecer la motivación intrínseca

Muchos factores intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje, siendo la motivación (fuerza que activa y dirige el comportamiento) uno de los más importantes. La motivación del alumnado, de cara a las actividades de aprendizaje de las Matemáticas, es una de las cuestiones a tener en cuenta al momento de planificar la enseñanza de esta ciencia porque permite que se mantenga el nivel de atención y concentración mínimo requerido para aprender y además hay “procesos mediadores ligados al aprendizaje que no se operarían de manera adecuada sin la presencia de la motivación como es el caso de la memoria, la capacidad de análisis y síntesis (procesos mentales superiores), entre otros” (Andara, s/f).

El docente preocupado por mejorar día a día el desarrollo de su práctica educativa debe cuidar (a parte de los intereses personales, los estilos de aprendizaje, la capacidad general y los conocimientos previos de sus alumnos) la desmotivación a través de la ansiedad causada por una enseñanza antipática de esta área académica, entendiendo que “los individuos están desmotivados cuando no perciben contingencias entre los resultados y las propias acciones. Perciben sus conductas como causadas por fuerzas fuera de su propio control” (Bali, Cázares. y Wisniewski, 1998), y entre otros detalles, con respecto a las actuaciones de los alumnos, “hay que tener cuidado en no juzgar continuamente sus ideas y frustrar las participaciones en futuras discusiones” (Alsina y otros, 1998, 89), más bien hay que potenciar sus reflexiones previas “anticipando problemas y consecuencias de las ideas expresadas”.

“La motivación es una energía que lógicamente debe emanar de alguna fuente”, como acota Andara (s/f), si la fuente es un elemento ambiental externo al sujeto, se denomina motivación extrínseca; como es el caso de las conductas cuya “causa” es conseguir un premio o evitar un castigo. Si al contrario, “la fuente de la energía que impulsa a la acción proviene de factores internos como lo son: los intereses, valores, actitudes, expectativas, pensamientos entre otros; se denomina motivación intrínseca”. Nos encontramos así, con dos tipos de motivación: la motivación extrínseca y la motivación intrínseca (ver Cuadro 2.17).

MOTIVACIÓN		
	EXTRÍNSECA	INTRÍNSECA
TIPOS	<p><i>Regulación Externa:</i> La conducta es regulada a través de medios externos tales como premios y castigos.</p>	<p><i>Para saber:</i> Se realiza una actividad por el placer y la satisfacción que uno experimenta mientras aprende, explora o trata de entender algo nuevo.</p>
	<p><i>Regulación Introyectada:</i> El individuo comienza a internalizar las razones para sus acciones pero no verdaderamente autodeterminada, puesto que está limitada a la internalización de pasadas contingencias externas</p>	<p><i>Hacia la realización:</i> El sujeto se enfoca más sobre el proceso de logros que sobre resultados.</p>
	<p><i>Identificación:</i> Es la medida en que la conducta es juzgada importante para el individuo, especialmente lo que percibe como escogido por él mismo.</p>	<p><i>Hacia experiencias estimulantes:</i> Opera cuando alguien realiza una acción a fin de experimentar sensaciones.</p>

Cuadro 2.17: Tipos de Motivación. Inspirado en Bali, Cázares. y Wisniewski (1998):

La motivación extrínseca se refiere a aquella que podemos lograr a través de medios externos, es decir debe proporcionársele a los niños actividades en las que ellos puedan interactuar con materiales físicos o concretos, como lo expresa Álvarez (2001, 154), “lo que se aprende con experiencias es más difícil de olvidar, que para conocer algo es preciso ensayar, analizar lo que ocurre en distintas situaciones, y en definitiva experimentar”, en forma similar, Orton (1990, 13) asegura que existe una opinión ecléctica según la cual “los chicos no necesitan desarrollar su propia comprensión desde dentro, sino que puede existir un lugar muy sólido para la práctica e incluso quizás para algún elemento de aprendizaje memorístico”, contraria a estas opiniones hay autores como Alonso (1995, en Hernández y Soriano, 1999), que menciona entre los inconvenientes de fomentar este tipo de motivación a su poca durabilidad y la posibilidad de causar un efecto contrario al deseado.

Tomando en cuenta lo anterior, pensamos que el aprovechamiento de los materiales diseñados o seleccionados para motivar el aprendizaje de las Matemáticas promoverá en el niño la búsqueda de retos personales y la superación personal, lo

cual beneficia al niño y puede ser un factor importante en la promoción del entendimiento de esta área. Para el profesional la enseñanza es importante conocer cómo dirigir apropiadamente las energías existentes en cada sujeto (su motivación) para así regular su propio comportamiento y poder enseñar a otros en forma correcta.

Si la promoción de la motivación se hace sin tomar en cuenta aspectos tales como el aprendizaje significativo, corremos el riesgo de que el niño aprenda de modo memorístico, por ejemplo, para lograr buenas notas en algún examen. Si les planteamos los ejercicios dentro de su contexto, haciendo uso de elementos visuales, explorando situaciones matemáticas significativas o les diseñamos actividades donde el niño juegue con las Matemáticas, podremos cubrir la enseñanza de habilidades específicas que se necesitan en esta área, en este orden de ideas, recordamos a TMA4 que con pocos materiales (hojas y lápices de colores) motivó la introducción del niño en el mundo de las fracciones, sólo doblando y coloreando cintas de papel, en una actividad dinámica, alegre e inolvidable para los niños, quienes al otro día pedían realizar una actividad similar.

Así, el diseño de actividades motivadoras, apuntan Hernández y Soriano (1999, 33), depende de tres factores: “La convicción con la que el maestro asuma su importancia, la intencionalidad motivadora considerada en sus diversos elementos constitutivos y su concreción en la práctica de cada día”.

Por otro lado, la motivación intrínseca se ocupa de la tendencia natural de procurar los intereses personales y ejercer las capacidades, y al hacerlo, buscar y conquistar desafíos (Deci y Ryan 1985, en Andara, s/f). La motivación intrínseca está bajo el control del que aprende y para lograrla han de proporcionarse al alumno situaciones de enseñanza con actividades adecuadas a su edad, capacidad, intereses, etc., ni muy fáciles ni muy difíciles, nutridas de desafíos que los incite a crear estrategias que los conduzcan a las soluciones que a su vez los envuelvan en una búsqueda de mayores retos que hagan gratificantes estas experiencias educativas.

Como las Matemáticas representan básicamente una creación de la mente humana (Orton, 1990), y su objetivo es hacer posible que se logre una argumentación abstracta a través de la manipulación de símbolos, entonces se busca involucrar el interés personal que aporta “una motivación intrínseca para descubrir y perseverar cuando el aprendizaje se vuelve difícil” (Martinello y Cook, 2000, 232).de aquí que la importancia de la motivación intrínseca radique en que no se necesitan premios o castigos que nos hagan trabajar porque la actividad es recompensada por sí misma.

En esta búsqueda para contribuir a la mejora de la relación afectiva entre el contenido matemático y los alumnos, se nos presenta el uso del medio informático como una alternativa que libera al niño de las tareas memorísticas y de manipulación numérica repetitiva (Hernández y Soriano, 1999), con el uso adecuado de este medio introducimos el elemento visual, mucho más potente que en los libros de textos o en la pizarra, pues con las animaciones y vídeos podremos percibir algunas relaciones entre los objetos matemáticos, como apunta Álvarez (2001, 155), “las ideas, conceptos y métodos de las Matemáticas presentan una gran riqueza de contenido visual”, también los ordenadores permiten crear nuevos problemas, hacer predicciones, nuevas preguntas, explorar alternativas, etc. (transición de lo concreto a lo abstracto), con los gráficos, dibujos y diagramas que muchos programas informáticos nos permiten generar podremos descubrir relaciones matemáticas importantes y explotar dominios inalcanzables en el mundo del lápiz y papel.

Hacemos énfasis en la estimulación de la motivación intrínseca a través de la enseñanza por su complejidad, movilidad, imprevisibilidad de la tarea, reto óptimo, competencia y la autodeterminación, pero la motivación extrínseca también es importante porque hay tareas que por sus características no serían motivantes si no son acompañadas de incentivos externos, como es el caso del aprendizaje de las tablas de multiplicar o de formulas matemáticas. Así, apunta Andara (s/f):

“La motivación extrínseca e intrínseca son sólo los lados opuestos de un continuo dentro del cual se mueven la gran mayoría de los seres humanos. Este continuo va desde la completa autodeterminación hasta la completa determinación ambiental; sin embargo, existe entre estos dos extremos un punto medio o motivación intermedia que se evidencia en la capacidad del hombre como ente racional para decidir con libertad a qué fuentes de estimulación responder, sí a las fuentes de estimulación externas (como los requerimientos ambientales) o a las fuentes de estimulación internas (como las necesidades fisiológicas y/o sociales propias del sujeto)”.

La motivación para el aprendizaje, según uno de los principios de la indagación señalados por Martinello y Cook (2000), es coadyuvada por la creatividad del estudiante, el pensamiento de orden superior y la curiosidad natural, las cuales dependen de cada individuo, para enfatizar en ello, veamos el apartado siguiente.

D. Atender las diferencias individuales

En el trabajo diario con los niños en el aula, se espera lograr muchas metas de aprendizaje, particularmente en el campo de las Matemáticas. Propone la NCTM (2000), entre sus principios para la educación Matemática, la Equidad (grandes expectativas y mucho apoyo al estudiante), en el sentido de las mismas oportunidades para todos. El Principio de Equidad demanda de los profesores que en sus interacciones con los estudiantes promuevan las exigencias propias de este campo de estudio, que todos los estudiantes accedan a un excelente y equitativo currículo en Matemáticas y que todos cuenten con los recursos adecuados que apoyen sus aprendizajes.

Estos principios vienen acompañados de unos estándares de educación matemática, NCTM (2000), los cuales se han suavizado respecto a los de 1989, 1991 y 1995, en los que se apreciaba una “interpretación neoconductista del aprendizaje, basada en la obtención de resultados”, explica Clements (2000, 63). Los Principios y estándares 2000 proporcionan un modelo de competencias y comprensión matemática para los niveles desde preescolar hasta bachillerato (Godino, 2002), enfatizando la importancia de la comprensión y describiendo los modos de cómo pueden obtenerla los estudiantes.

La idea debe ser promocionar la comprensión de las Matemáticas, más que los resultados, como acota Bishop (2000, 38), “la mayor preocupación se ha centrado en la reconceptualización de las matemáticas como campo de conocimiento, con la finalidad de que las ideas sean comprensibles para todos los alumnos”. No debemos olvidar que cada niño(a) tiene su propia definición de lo que es su realidad (su contexto) y en la enseñanza tradicional de las Matemáticas (primero los conceptos teóricos y luego las aplicaciones) no siempre conectamos con cada una de las realidades de nuestros estudiantes.

Así, en el aula de clase, distintos alumnos requieren distintos entornos de aprendizaje, para lo cual el docente aplicaría distintos estilos de enseñanza, pero es que la mayoría de los docentes tienen un estilo determinado al desarrollar su práctica, lo cual complica la situación. Es posible que determinados métodos no satisfagan las exigencias de todos los alumnos debido a los diversos ritmos y maneras de aprender, más cuando nuestra aula es compartida con niños con dificultades de aprendizaje. Una solución la plantean y llevan a cabo los miembros de la Unidad Psicoeducativa (UPE) de nuestro caso de estudio, al prestar atención individualizada tanto en el aula

regular de clases como en un aula especialmente acondicionada para la atención de niños especiales (llamada el aula integrada).

La mayoría de los docentes que hemos observado, determinan cuáles niños tienen más o menos habilidades hacia las Matemáticas al observar su manera de conducirse cuando resuelven las actividades y/o su rendimiento en alguna prueba escrita. Luego para ayudarlos a solventar parte de sus fallas, los agrupan siguiendo algún criterio, por ejemplo TMA4 formaba parejas de distinto nivel en el aprendizaje de las Matemáticas (durante las clases en el laboratorio de computación) para que se colaboraran mutuamente, TMA6, al contrario, formó una pareja (año escolar 2001-2002) con un niño de educación especial y una niña con bajo rendimiento matemático y las restantes las formó en forma más homogénea. Por su parte TMA5 (en clase de aula) formaba dos semicírculos y sentaba a los alumnos con más dificultades en el semicírculo interior con la intención de estar más pendiente de ellos.

Debemos tener cuidado con el criterio metodológico que manejemos ante estas situaciones para lograr los objetivos propuestos, por ejemplo, el criterio de TMA5 referido a la promoción de un alumno a un grupo de rendimiento superior es positivo para un grupo de alumnos, “para el resto es negativo cuando se dan cuenta de la selección que se ha hecho con ellos”, en opinión de Alsina y otros (1998, 132).

Observamos que algunos maestros ofrecen ayuda a los estudiantes que lo necesitan, bien sea atendéndolos individualmente en sus respectivos pupitres o durante sus intervenciones en la pizarra. Lo que no observamos es que se usaran distintos tipos de actividades o de recursos ante un mismo tema pues en nuestras aulas imperan los métodos tradicionales de enseñanza (uso exclusivo del libro de texto, currículo un tanto alejado de la realidad sociocultural de los estudiantes al ser planeado por agentes externos, el profesor como centro de la actividad educativa, etc.).

De acuerdo con Orton (1990), hay factores que contribuyen a que unos alumnos tengan más éxito que otros en el aprendizaje de las Matemáticas, entre ellos tenemos:

- *Pensamiento convergente y divergente:* El docente puede promover el pensamiento convergente y divergente, a través de ejercicios donde exista un solo tipo de respuestas (preguntas convergentes) y al proporcionar la oportunidad a los niños de muchas alternativas de respuestas aceptables (preguntas divergentes).



Figura 2.9: Ejemplo de pregunta convergente. (Probl1.ass en el paquete Proble.pac, Anexo 8)

- **Capacidad matemática:** Se refiere a las características psicológicas individuales que responden a exigencias de las actividades matemáticas y que influyen en su dominio creativo, (Kruteski, en Orton, 1990). La capacidad matemática permite diferenciar a los individuos en el sentido de que los más capacitados en esta área adoptan, en la resolución de problemas matemáticos, procedimientos de ensayo sistemático que les permiten decidir cuáles seguir y cuáles no, al contrario de los menos capacitados, quienes realizan manipulaciones “ciegas” y desmotivadas en la búsqueda de una solución.

Para la formación de la capacidad matemática, aparte de la comprensión, el conocimiento del lenguaje y de los símbolos, se necesita comprender los métodos y las demostraciones, según Lovell (1986, 33), “algunas de éstas tienen que ser aprendidas, retenidas y reproducidas”.

En el Cuadro 2.18, presentamos tres posiciones de tres autores distintos sobre el uso de las capacidades matemáticas, al comparar los dos primeros con el tercero notamos una individualización en las ejecuciones de los sujetos para los primeros autores y todos hacen énfasis en las capacidades para formular generalizaciones.

- *Capacidad espacial:* Se refiere al trabajo con el espacio geométrico donde se hace referencia al estudio de las características espaciales de figuras de objetos físicos que son abstraídas del mundo concreto. Esto le permite al niño(a) ordenar y clasificar su entorno. Lo espacial está íntimamente ligado al quehacer matemático, en todas las etapas del desarrollo del niño(a), es por ello que debemos promover actividades donde el alumno pueda observar figuras, medir, construcción de esquemas explicativos de propiedades, clasificaciones, hacer conjeturas, se familiarice con demostraciones elementales, las comprenda y luego pueda gradualmente construir otras.

La geometría permite interpretar y modelizar el espacio físico. Una vez que los niños se apropian del espacio físico (cuando lo recorren, tocan, palpan y sienten) pueden usar los instrumentos que les da el espacio geométrico para interpretarlo mejor, modelizarlo, actuar y moverse dentro de él.

- *Preferencias y actitudes:* “Las actitudes son estados complejos del organismo humano que afectan la conducta del individuo hacia las personas, cosas y acontecimientos”, Gagné y Briggs (1999, 77), mientras que las preferencias entran dentro de las componentes afectivas de las actitudes, se refieren a los sentimientos que las originan o acompañan.

Un enfoque falto de acierto por parte de los docentes nutrirá un sentimiento de fracaso de los estudiantes, “un escolar convencido de que no es suficientemente inteligente para hacer matemáticas se retrae y prefiere ser tenido por poco trabajador o desinteresado” (Alsina y otros, 1998, 120). Aunque todos los alumnos no llegan a obtener el mismo nivel en todos los componentes de la actitud matemática (espíritu de interrogación, curiosidad, perseverancia, interés hacia las matemáticas, etc.), debemos potenciarlos para que aparezcan en forma suficiente.

				AUTORES		
				KRUTESKII*	SUJDAM Y WEAVER*	GARCÍA**
CAPACIDADES MATEMÁTICAS PARA				<ol style="list-style-type: none"> 1. Extraer la estructura formal de un problema matemático y operar con ella. 2. Generalizar. 3. Operar con símbolos. 4. Conceptos espaciales. 5. Razonamiento lógico. 6. Abreviar, ser claro, simple y racional en sus argumentos. 7. Ser flexible para ir de un enfoque a otro. 8. Buena memoria para el conocimiento y las ideas matemáticas. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estimar y analizar. 2. Ver e interpretar hechos cuantitativos. 3. Comprender términos y conceptos matemáticos. 4. Advertir semejanzas, diferencias y analogías. 5. Seleccionar procedimientos y datos correctos. 6. Advertir detalles irrelevantes. 7. Generalizar sobre la base de algunos ejemplos. 8. Cambiar fácilmente de método. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprender y emitir información en forma verbal, gráfica o por tablas. 2. Organizar la información de forma sistemática. 3. Describir y explicar los métodos utilizados y los resultados. 4. Formular generalizaciones. 5. Flexibilidad para tratar situaciones. 6. Paciencia y perseverancia. 7. Cooperación, discusión y razonamiento con otros. 8. Hacerse preguntas y tomar decisiones.

Cuadro 2.18: Capacidades matemáticas. *En Orton (1990, 141-142). ** García (2002, 21)

2.2.2 Tipos de aprendizaje Matemático

Las Matemáticas constituyen un lenguaje formal, una ciencia no acabada que favorece una visión de la realidad objetiva y que requiere del aprendiz el desarrollo de un pensamiento abstracto y de la objetificación de las ideas abstractas.

“Hacer matemáticas es sinónimo de construir matemáticas, un proceso que demanda del aprendiz una actitud positiva para la resolución de problemas, una capacidad para admitir que puede recorrer caminos equivocados o inconvenientes, una disposición para rectificar o reformular las respuestas, una consciencia, en suma de que hacer matemáticas significa crear y destruir, que las matemáticas no es una ciencia terminada en la que sólo hay cabida para la verdad o falsedad” (Gairín, 2001, 58).

Para ello contamos con el sistema simbólico matemático, con nuevas estrategias de enseñanza que faciliten el aprendizaje significativo de los alumnos, con nuevos materiales y recursos que permitan abstraer modelos que expliquen fenómenos de nuestra realidad y con la misma naturaleza lógica de las Matemáticas. Además el docente no debe sólo transmitir listo el conocimiento matemático a sus alumnos, como si fueran recetas, más bien debe propiciar situaciones para que ellos mismos lo construyan activamente, como se puede deducir del trabajo de Piaget y de los neo-Piagetanos.

Decir que el niño tome parte activa en su aprendizaje, es enfatizar tres condiciones: la necesidad que tiene el niño de utilizar sus propios procedimientos para resolver las tareas que se le han planteado, la necesidad de reflexionar sobre esos procedimientos para mejorarlos y la necesidad de tomar conciencia sobre las posibles relaciones entre conceptos (Orozco, 1997). Al lograr estas condiciones, el niño aprende.

El aprendizaje activo involucra el uso de la mente no sólo de la memoria. Cuando el niño comprende lo que está haciendo, metodológicamente realiza actividades de construcción y luego memoriza, porque hay objetos matemáticos y sus correspondientes nominaciones, que exigen del niño un aprendizaje memorístico, sobre todo en los primeros años. Las Matemáticas están compuestas por innumerables símbolos, palabras, propiedades, relaciones, fórmulas, etc., muchos de los cuales no están asociados a algún conocimiento previo o no representan un hecho significativo para el alumno.

Por otro lado, hay cálculos en el que se emplea de modo sistemático un algoritmo, sin importar los datos, y en otros se selecciona un procedimiento singular

adecuado a los datos y a la operación involucrada. Problemas que involucren ambos tipos de cálculos pueden introducirse a la par, porque no debemos esperar a enseñar a los alumnos a aplicar bien los algoritmos para después pasar a resolver problemas que se relacionen con su entorno.

El niño percibe la realidad y comienza a discriminar, abstraer y generalizar, sin tener conciencia de ello. Esto va cambiando con la edad, empieza a deliberar, luego abstrae y generaliza a medida que interactúa con experiencias estimulantes. Pasa por sí mismo, del precepto al concepto, entendiendo que “un concepto es una generalización a partir de datos relacionados”, según Lovell (1986, 25).

En la realización de estas labores, nos encontramos con niños maduros intelectualmente y otros que tienen dificultades en el momento de dar significado a las acciones, tales como agrupar, separar, formar grupos iguales de objetos, repartir, etc., con las correspondientes operaciones básicas y en consecuencia se ven incapacitados para aplicarlas a la resolución de problemas.

Entendemos por problema toda situación con un objetivo a lograr, que requiere del sujeto una serie de acciones u operaciones para obtener su solución, que no dispone en forma inmediata, obligándolo a concebir nuevos conocimientos y a modificar, enriquecer o rechazar, los que hasta el momento disponía. Por ello, el planteamiento de problemas a los niños debe contextualizarse, de tal manera que en ellos se cree la necesidad (o curiosidad) por resolverlos, hacerles comprender que no existe un procedimiento único para tal fin y que es importante tratar de resolverlos. También, para la resolución de problemas, debe pasarse de “un currículo centrado en el cálculo y la utilización de reglas a un currículo organizado en torno a la modelización de situaciones y a los problemas y su resolución” (Goñi, 2000, 32).

Así, existen cuatro tipos de aprendizaje matemático: memorización simple, aprendizaje algorítmico, aprendizaje conceptual y resolución de problemas (Brown, 1978, citado en Orton, 1990), los cuales desarrollaremos a continuación.

A. Memorización simple

El aprendizaje de las Matemáticas involucra la acumulación de ideas, profundización de las mismas, construcción y refinamiento de lo argumentado, dependiendo del nivel educativo del aprendiz. Es por ello que al alumno se le asignan una serie de ejercicios que le permitan reconocer vocablos, símbolos, relaciones numéricas, fórmulas, propiedades, técnicas, etc. En el caso de la escuela tradicional, se considera al dominio de las cuatro operaciones básicas como un pilar fundamental (Parra y Saiz, 1994) y para contribuir a ello se realizan sistemáticamente ejercicios que persiguen la memorización de resultados de cálculos numéricos. Este hecho se desvaloriza en la escuela activa donde la comprensión es el problema crucial.

Entendemos, que un conocimiento memorizado va a permitir un tratamiento eficaz del mismo en la medida que esté contextualizado, que tenga sentido para el niño en relación con sus conocimientos previos, por supuesto hay símbolos y términos que al comienzo de su enseñanza no tienen sentido para ellos, es allí cuando el docente debe valerse de recursos y estrategias que hagan de este proceso de memorización un juego para los niños.

Es frecuente escuchar a algunos docentes que algún niño no se ha aprendido la tabla de multiplicar. TMA4, maestra de 4° grado, por ejemplo, ideó un juego de Bingo basado en esta operación básica en el que para poder participar había que conocer la tabla de multiplicar pues las fichas contenían esta operación y los cartones poseían los productos. En estas actividades los chicos que no conocían la tabla, la iban aprendiendo y el resto la repasaba.

Otro juego de fichas que denominaban “ponte pilas”, expresión usada para indicarle a la persona que debe estar atenta, alerta o al día con sus conocimientos, consistía en un grupo de cartas (tantas como productos se quieran formar de las tablas que quieras repasar y/o de la cantidad de niños en el juego) en las que cada ficha tiene dos partes, en la superior tiene un número y en la inferior un producto (ver la Figura 2.10). Para jugar se reparten las cartas equitativamente entre los participantes, comienza alguno de ellos preguntando “quién tiene 4×3 ”, por ejemplo, el participante que tenga este producto contesta “yo tengo 12” e inmediatamente pregunta por el producto que la carta con el 12 tenga en su segunda parte, “quién tiene 5×7 ”, si seguimos la Figura 2.10, y así sucesivamente hasta que todos los participantes hayan leído todas sus cartas o hasta que el tiempo disponible para la

actividad lo permita. Cuando algún participante no da su respuesta y luego cuando el docente indague quién tiene tal producto, el coro de niños le canta “ponte pilas”.

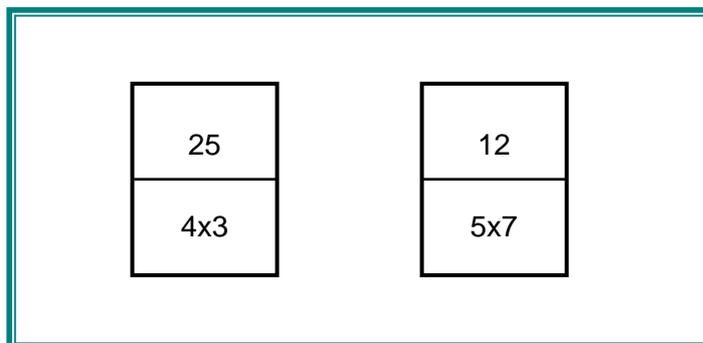


Figura 2.10: Ejemplo de cartas en el juego “Ponte pilas”.

Hay una gama de recursos y estrategias simples que pueden utilizar los docentes para ayudar a los niños en sus procesos de memorización, por ejemplo, TMA5 colocaba notas, señaladas con este nombre, en las cuales hacía énfasis en cuestiones matemáticas que ella resumía y que el niño debía tener presente y ellos así lo entendían (hechos matemáticos que había que aprender de memoria), observamos a varios niños de 4º (en nuestra muestra) disponer de una pequeña libreta en donde convertían las operaciones de multiplicación en sumas de bolitas o palitos que les ayudaban en las resoluciones de los ejercicios que el docente planteaba, algo parecido realizaban los chicos que asistían al aula integrada (por ejemplo, AL3), con paletas de helados.

Otra estrategia usada muy a menudo es la repetición, esta responsabilidad se deja a los chicos que la realicen en casa y en el aula recurre el docente al repaso periódico (individual o grupal), también hemos optado por esta técnica al incluir en el Prototipo β actividades de asociación simple o compuesta (ver la Figura 2.11) generadas automáticamente por el Clic, una vez que hemos fijado el rango para que los factores se generen aleatoriamente. Los chicos van fijando las tablas de multiplicar a través de imágenes, a medida que juegan, que repiten la actividad (cuando pulsan la bandera verde, en caso de que así lo decidan) y que interactúan con los paquetes de actividades incluidos en el prototipo y con el compañero de trabajo, pues como concluye Vygotsky en sus investigaciones respecto a que la interacción social y la comunicación son las componentes esenciales en los procesos de conceptualización, así lo apunta Steele (1999, 42), “Vygotsky believed that individuals could achieve

higher ground through interaction with others who can help them to organize their thinking and move from the familiar to the unfamiliar”.

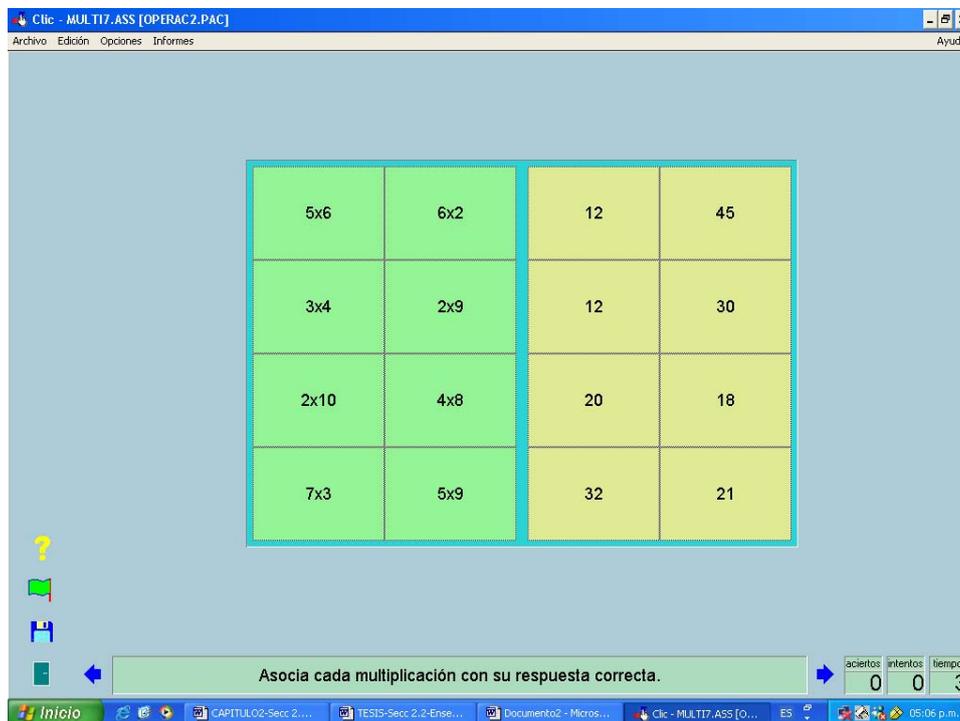


Figura 2.11: Ejemplo de un ejercicio de repetición. (Mult17.ass en el paquete OPERAC2.pac. Anexo 8)

En estas actividades está implícito el cálculo mental, que se refiere a la resolución exacta de una operación aritmética bien sea por disponer del resultado memorizado ($2 \times 9 = 18$, por ejemplo), o fácil de calcular ($234 \times 10 = 2340$, por ejemplo) o reconstruyéndolo al asociarlo con otros más simples ($3 \times 7 = 7 + 7 + 7$, por ejemplo). El dominio del cálculo mental requiere cierto nivel cognitivo y la comprensión y mecanización de las operaciones aritméticas, sin embargo, “más que unos resultados precisos e inmediatos se trata de que el alumno agilice los procesos mentales referidos al número y sus combinaciones, mediante aproximaciones e indagando estrategias informales” (Fernández, Llopis y Pablo, 1991, 201).

Pero, “lo que ciertamente deseamos lograr es un almacenamiento a largo plazo junto con una inmediata memorización” (Orton, 1990, 39), para que pueda lograrse un tratamiento eficaz de la información siempre que ésta no sea carente de significado para los niños.

B. Aprendizaje algorítmico

Entendemos por algoritmo “una serie finita de reglas a aplicar en un orden determinado a un número finito de datos para llegar con certeza (es decir, sin indeterminación ni ambigüedades) en un número finito de etapas a cierto resultado, y esto independientemente de los datos” (Bouvier, citado en Parra y Saiz, 1994, 222).

Son ejemplos de algoritmos, en la enseñanza de las Matemáticas para la segunda etapa de educación básica, los siguientes:

- La multiplicación,
- La división larga,
- La suma y resta de fracciones,
- La multiplicación de fracciones,
- La división de fracciones.

Pues bien un algoritmo tiene una entrada, sigue un determinado conjunto de reglas y en un número finito de pasos produce una respuesta. Si tomamos el algoritmo de la multiplicación de números de varios dígitos, por ejemplo, vemos como un problema general se reduce a la resolución de subcasos. Veamos el siguiente ejemplo:

$\begin{array}{r} 432 \times \\ \underline{378} \\ 3456 \\ 3024 \\ \underline{1296} \\ 163296 \end{array}$	<p>Cada fila intermedia se obtiene multiplicando 432 por un dígito del multiplicador, por ejemplo:</p> $\begin{array}{r} 432 \times \\ \underline{8} \\ 3456 \end{array}$
--	---

En el aprendizaje algorítmico el alumno debe recordar un procedimiento paso a paso, si esto no tiene sentido para ellos se le dificulta su aprendizaje (a veces lo llamamos aprendizaje mecánico), luego siguen un entrenamiento repetido que les proporciona resultados correctos. Cuando estas acciones automáticas carecen de significado para los niños, también carecen de valor funcional y pedagógico, a juicio de Fernández y otros (1991). Puede suceder que el niño recuerde el algoritmo pero al aplicarlo mecánicamente obtiene una respuesta incorrecta. En la Figura 2.19, observemos algunos ejemplos:

<p>Ordena y efectúa cada ejercicio: a) 63,25 - 49,6</p> $\begin{array}{r} 63,25 \\ - 49,6 \\ \hline 13,65 \end{array}$	<p>Andrea gastó Bs.136,25 y su primo gastó el doble. ¿Cuánto gastaron entre los dos?</p> $\begin{array}{r} 136,25 + \\ 136,25 \\ \hline 272,50 \end{array}$	<p>Carmen tiene Bs. 36,50 ¿Cuánto le falta para tener 100?</p> $\begin{array}{r} 36,50 + \\ \hline 100 \\ \hline 36,600 \end{array}$
<p>Entiende el algoritmo y da una respuesta correcta.</p>	<p>Entiende el algoritmo pero no el enunciado y da una respuesta incorrecta.</p>	<p>No entiende el enunciado ni el algoritmo.</p>

Cuadro 2.19: Dificultades en el aprendizaje algorítmico (A6-4-1. Anexo 6).

¿En qué ha fallado? Básicamente, en la comprensión del problema planteado y con ello nos referimos a identificación de incógnitas, de información relevante o no para solucionar el problema, escogencia de métodos adecuados para llegar a la solución y qué soluciones son razonables.

Si tomamos en cuenta el cuadro 2.19, el segundo ejemplo se refiere a un problema no rutinario en el que las incógnitas, el procedimiento para llegar a la solución y la respuesta no son evidentes. En dicho ejemplo se requería identificar y aplicar más de una operación aritmética conocida por el niño. Dificultades similares a ésta se presentan en el caso norteamericano, nos expresa Barody (1988, 237) que “estudios a escala nacional muestran que la mayoría de los estudiantes de todas las edades tienen dificultades con problemas no rutinarios que requieren algo de análisis o pensamiento”.

Los maestros, a través de su experiencia y de las interacciones diarias con sus alumnos pueden diferenciar, sin pretender hacer una partición única de los grupos de alumnos, a aquellos alumnos que ante un problema son capaces de establecer relaciones entre los datos, anticipar su comportamiento, controlar el sentido de lo que obtienen, etc., de otros alumnos que intentan aplicar un algoritmo tras otro sin poder hacer alguna previsión y sin poder argumentar por qué hacen una u otra elección.

El primer grupo de alumnos al que nos referimos, relaciona el algoritmo con sus conocimientos previos y decimos que posee una comprensión relacional, mientras

que el segundo grupo, el que logra seguir un algoritmo y conseguir la respuesta correcta, posee una comprensión instrumental (Parra y Saiz, 1994).

Por ejemplo, TMA6 (docente de 6° grado) repasa con sus alumnos la suma de fracciones con igual y distinto denominador, para esta última enseña tres métodos: amplificando las fracciones, aplicando el algoritmo (multiplicación cruzada) y calculando el mínimo común múltiplo (m.c.m.). Algunos alumnos manifiestan su preferencia por el uso del algoritmo o sugieren hallar el m.c.m para luego efectuar la suma, pero al docente le gusta que usen el primer método porque así practican las fracciones equivalentes, así lo expresa (aunque ambos procedimientos permiten el uso de fracciones equivalentes, como es su deseo). En el proceso de amplificar fracciones, TMA6 multiplica cada fracción por el denominador de la otra, con lo cual resultan números más grandes (aumenta la dificultad en la operación), y no explica algunos ejemplos donde sólo haga falta amplificar una de las fracciones de tal manera que la fracción equivalente resultante tenga el mismo denominador de la otra (en el caso de suma de dos fracciones de distinto denominador), por ejemplo,

$$\frac{17}{12} + \frac{4}{3} = \frac{51}{36} + \frac{48}{36} \quad \text{en lugar de} \quad \frac{17}{12} + \frac{4}{3} = \frac{17}{12} + \frac{16}{12}$$

El docente se parcializa por uno de los métodos (sus motivos no se justifican) y no ha explicado la conveniencia de aplicar uno u otro método. En el ejemplo de el Cuadro 2.20, la diferencia es sutil entre el segundo y tercer ejemplo y se aprecia sólo a través de la comprensión relacional.

$\frac{3}{2} + \frac{5}{3} =$ $\frac{3}{2} \times \frac{3}{3} = \frac{9}{6}$ $\frac{5}{3} \times \frac{2}{2} = \frac{10}{6}$ $\frac{9}{6} + \frac{10}{6} = \frac{19}{6}$	$\frac{3}{2} + \frac{5}{3}$ $= \frac{3 \times 3 + 2 \times 5}{2 \times 3}$ $= \frac{9 + 10}{6}$ $= \frac{19}{6}$	$\frac{2}{6} + \frac{7}{9}$ $= \frac{3 \times 2 + 2 \times 7}{18}$ $= \frac{6 + 14}{18} = \frac{20}{18}$ <p>mcm(6,9)=18</p>
Usa la amplificación de fracciones.	Usa el Algoritmo.	Usa el mínimo común múltiplo.

Cuadro 2.20: Suma de dos fracciones con distinto denominador (OA6-1. Anexo 3).

Pues bien, hay dificultades en el aprendizaje significativo de los algoritmos, ¿de qué podría valerse el docente para aminorar estas dificultades? ¿tendrá sentido, por ejemplo, enseñar a los niños en esta etapa educativa los algoritmos que involucran operaciones con fracciones? Hay autores como Watanabe (2002) que basan sus argumentos en los resultados de National Assessment of Educational Progress que muestran que un alumno intermedio sabe operar fracciones pero le falta entender el significado de fracción, para proponer la eliminación de fracciones del currículo de primaria, y en general, “no parece existir duda alguna en que se acepta demasiado aprendizaje instrumental en matemáticas con alumnos para los que nunca llegará la comprensión relacional y de que una excesiva comprensión instrumental en el aprendizaje de esta materia es más bien como construir una torre sobre cimientos inestables” (Orton, 1990, 46).

Sin embargo, es importante el aprendizaje de algoritmos pues su conocimiento promueve relaciones entre datos y respuestas y además juegan un papel fundamental en el mundo de la computación.

Por otro lado, los niños generan sus propios algoritmos ante alguna situación experiencial y nuestro conocimiento sobre ellos a través de interacciones con los niños o de observar la regularidad de sus respuestas ante diversos ejercicios, nos permitirá introducir cambios funcionales en esos esquemas (o acciones que repiten ante nuevos objetos matemáticos), si es el caso, pues “it is a drastic mistake to ignore child-generated algorithms in favor to the ‘standard’ paper and pencil currently being taught in the elementary schools” (Steffe, 1994, 8).

Después de varios años de preparación matemática, la actuación del alumno se limita a conocer y aplicar los conocimientos matemáticos a través de algoritmos que se adecuan a los problemas propuestos, luego tratará de lograr su mecanización y para ello deberá conocer la estructura de cada operación, los términos verbales, sus reglas, los aspectos espaciales y direccionales, automatismos, etc., con lo cual logrará agilidad y precisión en los procesos operatorios. Mientras que dar las definiciones, hacer pruebas y demostraciones se dejan al profesor, Gairín (2001).

C. Aprendizaje de conceptos

Estamos de acuerdo con varios autores (Orton, 1990; Alsina y otros, 1998) en que para construir una idea o concepto matemático intrínseco el niño debe ser capaz de clasificar sus experiencias y de encontrar conexiones entre ellas, por lo tanto el proceso de relacionar es prioritario en la educación básica.

El aprendizaje de la estructura conceptual (base de las Matemáticas) consiste en la comprensión de nuevos conceptos basada en la comprensión de conceptos previos, es decir, el entendimiento conceptual de las Matemáticas depende de la construcción individual de un entendimiento de conceptos previos.

¿Cómo promover el aprendizaje de conceptos?. Entendiendo que los conceptos matemáticos “son generalizaciones sobre relaciones entre cierta clase de datos”, como apunta Lovell (1986, 33), se podría emplear la estrategia de dar ejemplos y contraejemplos que ayuden a aclarar lo que se entiende del objeto matemático que queremos definir y luego dar la definición o podríamos, también, intentar emplear el concepto y luego dar la definición abstracta cuando, a nuestro juicio, convenga.

Pero sea cual sea la manera que intentemos debemos lograr una secuencia adecuada a la naturaleza jerárquica de las Matemáticas, sin que ello signifique que estamos solucionando todos nuestros problemas a la hora de enseñar, y además debemos recordar que muchos conceptos se van asimilando a lo largo de la vida y que otros no serán asimilados, además, no todos los chicos logran los mismos niveles de comprensión de un concepto.

Distintos chicos llegan al mismo concepto por vías distintas, algunos pueden seleccionar propiedades comunes a ciertos objetos matemáticos y luego se las asignan a otros que las cumplen, es decir el chico discrimina o abstrae las propiedades y luego generaliza. “La discriminación exige que el niño pueda reconocer y apreciar cualidades comunes y distinguir éstas de otras propiedades diferentes”, como lo señala Lovell (1986, 25) y quedará suficientemente bien establecido si puede ser representarlo en ausencia de los preceptos de entrada.

Otros chicos se forman un concepto apoyándose en recuerdos, imágenes o manipulando objetos, por ejemplo, para el concepto de resta observamos en las clases de 4º grado (OA4-2. Anexo 3) a una de las niñas (N10) dibujando en una libreta rayas verticales que representaban al minuendo y luego tachaba tantas como lo indicara el sustraendo del ejercicio que realizaba. En este momento, la niña

conceptualiza restar como quitar, a medida que van madurando van profundizando estas ideas iniciales, luego la comprenderá como añadir o completar a través de ejercicios, tales como el mostrado en la Figura 2.12, que le permitan razonar sobre lo que es relevante y lo que no lo es y así a través de un proceso de feed back los conceptos adquiridos influir, a su vez, en sus percepciones aunque no sean capaces de definir los conceptos verbalmente.



Figura 2.12: Ejemplo de un ejercicio de asociación. (Resta1.ass en el paquete ANDY2.pac, Anexo 8)

Aunque los niños tengan una estructura conceptual incipiente, debe el docente seleccionar el punto de partida para comenzar a guiarlos en la búsqueda de caminos para resolver los problemas y ejercicios que se les planteen y con ello obtener conocimiento sobre los métodos que emplean y los conceptos que dominan o no, pero deben ser ellos mismos quienes comprueben las soluciones obtenidas porque cuando el niño verifica sus respuestas por más de un método reafirma su comprensión del concepto.

El lenguaje y los símbolos matemáticos también influyen en la formación de los conceptos matemáticos y actúan como un marco de referencia (Lovell, 1986), pero no son suficientes para originar operaciones mentales que posibilitan el pensamiento sistemático pues hace falta que comprendan, además, los métodos y las demostraciones, claro que ello depende de la edad del niño.

Una manera de lograr esto nos la proporciona el uso de materiales curriculares tales como los desarrollados en el Prototipo β y en los paquetes didácticos diseñados con el programa Clic (Anexo 8), porque ellos nos proporcionan información sobre fallas en la aplicación de conceptos o en la manipulación de los objetos matemáticos, lo cual detallaremos en la próxima sección. En la Figura 2.13, apreciamos uno de tales ejercicios.

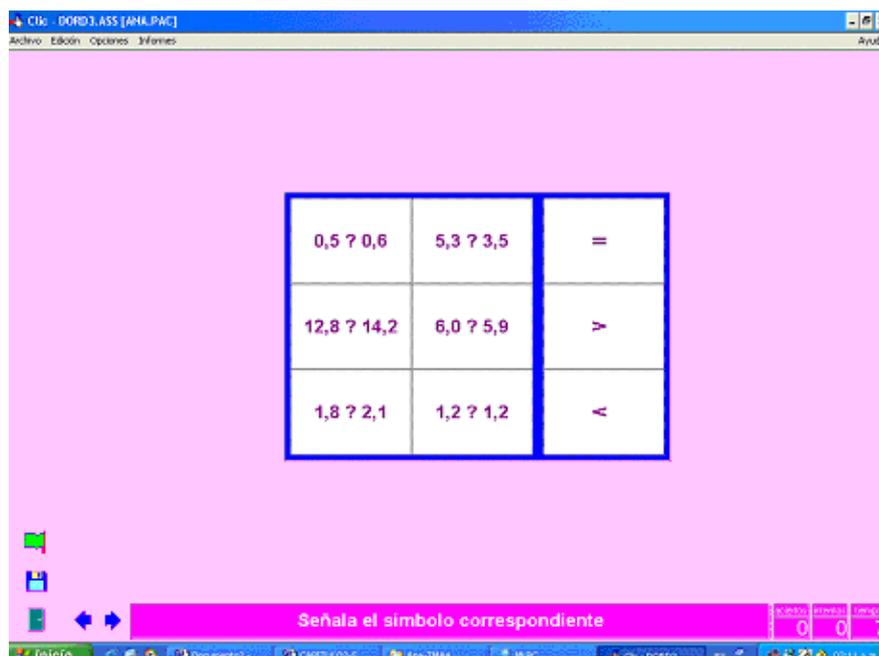


Figura 2.13: Aprendizaje de conceptos a través de símbolos.
(Dord3.ass en el paquete ANA.pac, Anexo 8)

Recordemos que el empleo de un concepto (grado más alto de generalización) en forma eficaz debe ser independiente de la situación y de los materiales, es decir, debe ser construido a través de procesos de abstracción reflexiva pues así se favorece su formación y luego debe almacenarse como algo abstracto.

D. Resolución de problemas

La resolución de problemas ha estado en el centro de la elaboración de la ciencia matemática como motor que propulsa la creación humana, (Parra y Saiz ,1994; Gairín, 2001; García, 2002), algo así como un eje transversal. Según García (2002) una enseñanza basada en la resolución de problemas promueve las capacidades señaladas en el Cuadro 2.2, contribuye a desarrollar gusto por las Matemáticas,

aminora el temor en su aplicación en las situaciones de la vida diaria y al mismo tiempo demanda un creciente dominio de los recursos de cálculo.

Luego, la resolución de problemas puede considerarse desde una triple dimensión, como: objetivo, contenido y metodología, según García (2002). Es un objetivo porque la enseñanza de las Matemáticas va dirigida a que el alumno aprenda a resolver problemas, es parte del contenido referido a técnicas, heurísticas y estrategias para lograrla y es una metodología porque se le considera como uno de los mejores caminos para aprender Matemáticas.

El término problema no debe considerarse sólo como un enunciado o pregunta, más bien, “los problemas tienen que ser vistos como situaciones que se resuelven mediante un proceso razonado en el que se dan oportunidades a los alumnos y alumnas para que se cuestionen, experimenten, hagan conjeturas y ofrezcan explicaciones” (García, 2002, 21), por ello definimos problema siguiendo a Gairín (2001, 62), como una terna: situación-alumno-entorno, pues “sólo hay problema, si el alumno percibe una dificultad”.

Una vez que el problema se ha planteado, éste debe ser comprendido por todos los alumnos de tal manera que puedan prever una posible solución; debe permitirles utilizar sus conocimientos anteriores y ofrecerles una resistencia tal, que les motive en la búsqueda de la solución o al cuestionamiento de la estrategia que se han planteado o de los resultados, si fuera el caso, que han obtenido.

Los problemas ponen en juego: Procedimientos de rutina (contar, calcular, graficar, transformar, medir, etc.) y procedimientos más complejos (estrategias) tales como: estimar, organizar, comparar, contrastar, relacionar, clasificar, analizar, interpretar, trabajar con propiedades, descubrir patrones, transformarlos en problemas más simples, etc. Luego, los niños siguen tres niveles hasta lograr la abstracción en la resolución de problemas, veamos el Cuadro 2.21.

Por supuesto, cuando un niño se enfrenta a un problema, usa sus propios métodos o maneras de desenvolverse para encararlo aunque con ellos no consiga hallar la solución. No hay razones para pensar que el niño deba seguir el camino obvio para resolver dicho problema, entonces la tarea esencial del docente, a juicio de Steffe (1994), es no proveer al alumno de los caminos correctos del hacer sino más bien guiarlos a hallar caminos a seguir para investigar sus metas. Porque las actividades que surgen naturalmente de la indagación de los niños y de la resolución de

problemas los ayudarán a desarrollar el conocimiento verbal y numérico (Martinello y Cook, 2000).

NIVELES	CARACTERÍSTICAS
CONCEPTUAL	Los niños(as) modelan la acción con objetos concretos o sus dedos y con descripciones verbales. Por ejemplo la realización de restas con la ayuda de paletas de helado, se colocan tantas paletas como indica el minuendo y luego se quitan las que indica el sustraendo. Luego se cuentan las que han quedado.
CONEXIÓN	Sigue el uso de materiales concretos y descripciones verbales. Se asocian números y signos a los problemas planteados.
ABSTRACTO	Uso de algoritmos.

Cuadro 2.21: Niveles en el proceso de resolución de problemas.
 Inspirado en Castro y Castro (1995)

Podemos ver la resolución de problemas como un acto creativo descompuesto en varias fases, veamos el Cuadro 2.22 donde varios autores exponen su criterio respecto a esto.

ETAPAS EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS		
POLYA* (1945)	HADAMAR* (1945)	DEWEY* (1910)
1. Comprensión del problema.	1. Preparación.	1. Presentación del problema.
2. Concepción de un plan.	2. Incubación.	2. Definición del problema.
3. Realización del plan.	3. Iluminación.	3. Formulación de hipótesis
4. Examen retrospectivo.	4. Comprobación.	4. Ensayo de la hipótesis.
		5. Comprobación de la hipótesis.

Cuadro 2.22: Etapas en la resolución de problemas.
 (*Citados en Orton, 1990).

Sin querer ser exhaustivos, estas fases pueden ser: la familiarización con el problema, comprensión de las ideas obtenidas en la fase anterior, búsqueda de alguna estrategia que permita investigar los razonamientos hechos para llegar a una solución y revisión del proceso seguido.

Cuando hablamos de familiarización nos referimos a que los niños deben leer el enunciado del problema y aclarar el significado de cada término desconocido, luego deben organizar los datos o buscar la información que necesiten en el caso de problemas que así lo ameriten (Por ejemplo, ¿cuál es el promedio de gasto de energía eléctrica en un hogar de tres miembros?).

Después de comprender (representar mentalmente) el problema, buscarán relaciones entre los datos conocidos y las incógnitas, elaborarán un plan, lo llevarán a cabo y por último comprobarán si los resultados son adecuados a la situación planteada, si pueden haber soluciones alternativas y también considerarán si se puede generalizar el resultado.

Podemos enseñarles a todos los niños estrategias generales para resolver problemas (uso de materiales, tanteo, elaboración de tablas, diagramas, búsqueda de regularidades, etc.); luego algunos podrán desarrollar sus métodos personales, como lo indicamos anteriormente, pues les crea confianza en sus posibilidades de hacer matemática, por asentarse sobre los saberes que ellos pueden controlar y quizás resolverán algunos problemas; pero lo importante no es que los resuelvan todos, más bien es importante que traten de resolverlos todos.

El uso de materiales manipulativos puede ayudar a los niños en la comprensión y resolución de los problemas pues se favorece el proceso para realizar operaciones intelectuales, aunque sin ningún material didáctico el niño puede por sí solo llegar a ellas. En opinión de Piaget, el niño no llega a realizar abstracciones por el mero hecho de manejar objetos concretos. La abstracción comienza a producirse cuando el niño llega a captar el sentido de las manipulaciones que hace con el material; cuando puede clasificar objetos, atendiendo, por ejemplo, al color, deshace la agrupación y puede después ordenarlos atendiendo a su tamaño, etc.

No debe forzarse al niño a usar un método u otro, “más bien se instará a probar diversos métodos para sacar información y así planificar la resolución” (Alsina y otros, 1998, 111). El docente puede a través del trabajo en grupo facilitar la discusión de cuál de los métodos empleados resulta el más adecuado, discutir estrategias, formular conjeturas, estimar resultados, acotar errores, examinar alternativas y consecuencias y analizar la pertinencia de los resultados en relación con la situación planteada; todo ello hará que los alumnos maduren sus conceptos y procedimientos y a la vez los inicia en las reglas sociales del debate y de la toma de decisiones.

2.2.3 Tópicos de interés Matemático

En esta sección hacemos una revisión de la literatura relacionada con la enseñanza y el aprendizaje de tres tópicos matemáticos incluidos en el CBN y que sustentan la base teórica de los materiales didácticos que este trabajo ha permitido producir. Primero, nos referimos a la multiplicación con números naturales en cuanto a la iniciación del niño en el conocimiento de esta operación, aprendizaje de las tablas de multiplicar (aprendizaje memorístico), algoritmo de la multiplicación (aprendizaje algorítmico), las propiedades (aprendizaje conceptual) y clases de problemas (resolución de problemas). Segundo, presentamos la iniciación del niño en la división con naturales y por último, hacemos consideraciones acerca de la representación de las fracciones.

A la par vamos presentando algunas actividades, de estructura multiplicativa (problemas cuya resolución requiere de las operaciones aritméticas de multiplicación o división) y relativas a las fracciones, que fueron incluidas en los materiales diseñados por el investigador y por los docentes involucrados en el estudio con el fin de ilustrar lo expuesto.

A. Multiplicación

Antes de iniciar el trabajo con la multiplicación y la división se requiere que el niño utilice y tenga cierto dominio de los números y su simbología, la razón la expone Castro y otros (1995, 45), “multiplicar es reiterar una cantidad en su nivel más intuitivo”, donde los números involucrados responden a contextos distintos (al contrario que en la suma y resta), el multiplicando es un cardinal concreto y se refiere al número que se repite, mientras que el multiplicador es un cardinal abstracto que da el número de veces que se repite el anterior, por ejemplo: Un edificio tiene 3 pisos, en cada uno hay 4 apartamentos ¿cuántos apartamentos tiene el edificio?

En el ejemplo anterior, el número 4 es un cardinal concreto, el número de elementos (apartamentos, en este caso) que se quieren contar y 3 es el cardinal abstracto que representa un simple operador sin dimensión física (grupos de apartamentos por piso).

Es así como la construcción de la operación de multiplicación comporta un proceso de mayor complejidad que la adición.

En la segunda etapa de educación básica, ya algunos alumnos cuentan con cierto entrenamiento en el cálculo de sumas y restas y la manipulación de cantidades más complejas (números de 2 ó más cifras).

Para iniciar la enseñanza de la multiplicación se sugieren actividades manipulativas (pueden usarse objetos concretos) que le permitan al niño hacer tal operación como suma de sumandos repetidos, seriaciones (de 1 en 1, de 2 en 2, de 3 en 3, etc.), representación gráfica y numérica, actividades para contar, etc.

Entre tales actividades, hemos incluido en el Prototipo β ejercicios con animales: ¿cuántas patas hay en el grupo de jirafas?, veamos la Figura 2.14:

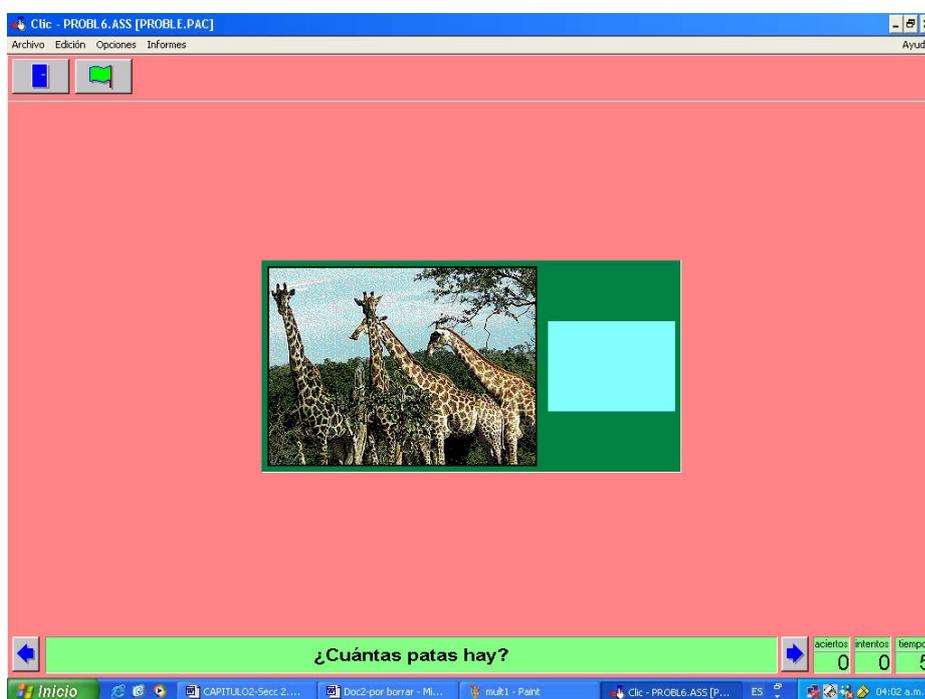


Figura 2.14: Actividad Probl6.ass en PROBLE.pac (Prototipo β . Anexo 8).

Una vez que ha comprendido el sentido de la multiplicación, pasamos a enseñarle su realización a través del algoritmo, ver la Figura 2.15, para tratar de aminorarle las dificultades que presentan en la resolución de los problemas de estructura multiplicativa por el énfasis que se hace en la mecanización del algoritmo, por su poca comprensión de las operaciones implicadas y por su escasa interacción con experiencias que las involucren.

Muchos de los errores cometidos en este aspecto pueden ser consecuencia de presentar las multiplicaciones como sumas repetidas y las divisiones como particiones (modelo único de enseñanza en nuestro centro educativo).

Esto puede mejorar si progresivamente se introducen distintas ideas de la operación a través de situaciones diversas o al utilizar representaciones adecuadas a la situación planteada. Se puede pasar de modelos de adición a situaciones de factor multiplicativo (acción que se repite, de comparación entre dos medidas o de transformación de medidas) que preparen al niño hacia un razonamiento proporcional (Girondo, 1997).

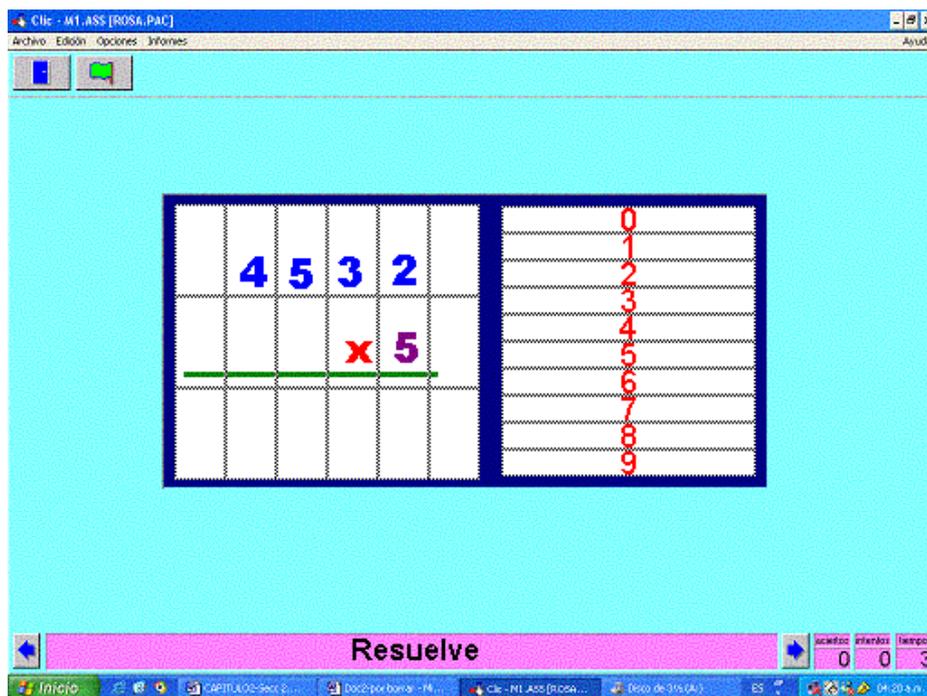


Figura 2.15: Actividad M1.ass en ROSA.pac (Paq-TML2. Anexo 8).

En el momento en que el niño asimile este algoritmo, necesitará conocer de memoria los resultados de ciertos productos y por ello se construyen y utilizan las tablas de multiplicar.

Para el aprendizaje de las tablas, hemos realizado varias prácticas en el laboratorio con un paquete sobre tablas de multiplicar diseñado por Juan José Mateo Molina en 1999 (del C.P. El Olivar, Madrid-España), ver Anexo 8, antes de los paquetes de multiplicación que hemos diseñado, y lo han repetido cada vez que el docente lo consideró necesario. Por supuesto, tenemos pendiente las recomendaciones de Vergnaud (1985, 157) en la realización del Prototipo β y de los paquetes diseñados por los docentes (ver la Figura 2.16), para hacer más agradable esta tarea realizada por los niños:

“El conocimiento de memoria de la tabla para la base diez se vuelve rápidamente indispensable; pero debe ser adquirido no por un aprendizaje y una recitación de memoria sino a través de ejercicios de cálculo rápido que permitan a los niños captar el interés que existe por conocer de memoria ciertos resultados”.

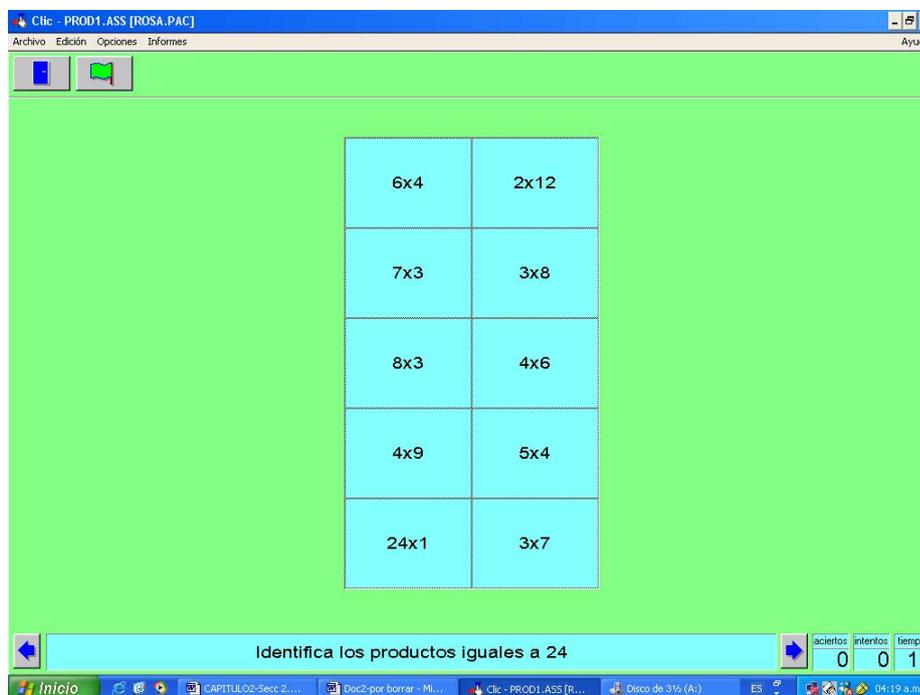


Figura 2.16: Actividad Prod1.ass en ROSA.pac (Paq-TML2. Anexo 8).

Luego del apoyo con sumas repetidas, es necesario que el alumno comprenda que le resulta más fácil operar automáticamente a través de las tablas porque los números cada vez son más grandes (contienen decenas, centenas, etc.). Primero se aumenta la cantidad de dígitos en el multiplicando y luego en el multiplicador y esto provoca dificultad en la operación pues se añade el hecho de tener que “llevar”. Así lo hace TMI1 con AL3 en el aula integrada, como apoyo a TMA4 maestra de aula regular, porque a AL3 se le ha dificultado el aprendizaje de esta operación, en realidad ya conoce el algoritmo de la multiplicación le falta dominar las tablas.

Una estrategia usada por los docentes para el aprendizaje de las tablas es la aplicación de las propiedades de la multiplicación, en especial de la propiedad conmutativa. Una vez que los niños(as) se han aprendido las primeras tablas (por lo general se hace en orden cronológico y el centro escolar de nuestra muestra no escapa a esto) se ha hecho parte de las demás y esto lo hace evidente el docente, por ejemplo, cuando pregunta ¿cuánto es 7x2? y luego recuerda que es lo mismo que 2x7.

Recomienda Martín (1997) para romper el orden cronológico, hacer algunas variaciones en él y así no se favorece la estrategia de la suma de uno en uno que el aprendizaje de las tablas en el orden anterior conllevaba. Se trata de intercalar las tablas del 10 y el 11 entre las tablas del 4 y 5 porque es fácil, para la mayoría de los niños, el aprendizaje de la tabla del 10 y la del 11 equivale a repetir uno de los factores, así el nuevo orden sería:

1	2	3	4	10	11	5	6	7	8	9
---	---	---	---	----	----	---	---	---	---	---

Por otro lado, no tiene sentido exigir la completa memorización de la tabla sino su comprensión, que al menos el alumno sepa como obtener los resultados, es decir, que desarrolle sus estrategias personales.

Hay varias estrategias para ayudar a los niños en ello, por ejemplo, previo a la elaboración de las tablas se les asignan ejercicios que les permitan construir seriaciones (escribir los números de dos en dos, de tres en tres, etc.); al preguntarle un producto se comienza por el mayor factor (los niños se encargaran de conmutarlos, pues las tablas anteriores ya son conocidas por ellos o al menos eso se espera); se le recuerda el producto anterior (por ejemplo, ¿cuánto es 8×7 ? Recuerda que 7×7 son 49); o las características de cada tabla (por ejemplo, en la tabla del cinco los resultados terminan en 0 y en 5).

Otra manera es a través del juego con las manos, por ejemplo para la tabla del 9 se hace el juego con los dedos: ambas manos abiertas, se numeran los dedos del 1 al 10, se cierra el dedo correspondiente al multiplicador de 9, el resultado se obtiene observando la cantidad de dedos a ambos lados del dedo recogido (Figura 2.17), por ejemplo: para 4×9 se recoge el dedo numerado 4 y quedan extendidos 3 dedos extendidos a su izquierda y 6 a su derecha, luego el resultado de 4×9 es 36. Por supuesto están permitidas todas las estrategias que junto a los niños puedan diseñarse, usarse y consolidarse.

Por un lado, la práctica en el uso de estrategias va aumentando la velocidad en las respuestas tanto que la distancia entre lo memorizado y lo obtenido se va acortando, y por otro lado, el hecho de apoyar el cálculo en ciertas combinaciones básicas hace que favorezcamos su memorización (Gómez, 1993).

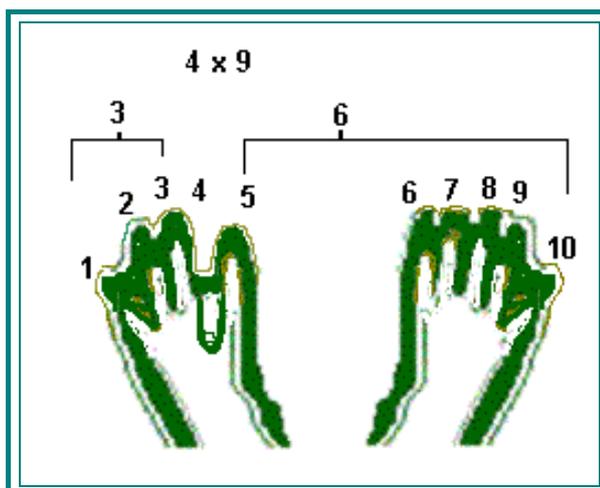


Figura 2.17: Estrategia para el aprendizaje de la tabla del 9.

El producto de los números mayores a 10 se rige por las leyes del algoritmo de la multiplicación. Otra opción sería la enseñanza, por parte de los docentes, de la Propiedad Distributiva respecto a la suma pero no lo hacen, a juicio de Vergnaud (1985, 151), “esta propiedad debe necesariamente ser explicada a los niños si se quiere que comprendan la regla operatoria de la multiplicación”, tomando en cuenta ciertas precauciones pedagógicas porque ahora se ha descompuesto aditivamente el multiplicador (los niños acostumbran a usar procedimientos aditivos en el multiplicando) pero ello no excede a la capacidad de los niños de 8-9 años. Veamos el ejemplo en la Figura 2.18.

$$\begin{aligned}
 35 \times 17 &= 35 \times (10 + 7) = (35 \times 10) + (35 \times 7) \\
 &= 350 + 245 \\
 &= 595
 \end{aligned}$$

35	
x 17	(17 = 10 + 7)
-----	(35 x 7)
245	
+ 350	(35 x 10)

595	

Figura 2.18: Ejemplo de aplicación de la Propiedad Distributiva respecto a la suma.

Para la aplicación de esta propiedad se busca el equivalente numérico de uno de los factores a partir de sumas, diferencias o expresiones cuadráticas, por ejemplo:

$$25 \times 48 = 25 \times (50 - 2) = (25 \times 50) - (25 \times 2) = 1250 - 50 = 1200$$

Otro ejemplo de ello lo podemos ver en la Figura 2.19, correspondiente a una actividad incluida en el Prototipo β que podrá permitirle al docente introducir esta propiedad.

The screenshot shows a software window titled 'Clic - DIST2.TXA [PROPIEZ.PAC]'. The main content area contains a word problem in Spanish: 'En la calle Caroní hay 9 edificios en el lado derecho y 6 en el izquierdo. Todos los edificios tienen 4 apartamentos, en los que viven 1 sola familia. ¿Cuántas familias viven en esa calle?'. Below the problem, two methods are presented: 'a) 4 apartamentos en cada uno de los (9+6) edificios: $4 \times (9 + 6) = 4 \times \square = \square$ ' and 'b) 4 apartamentos por los 9 edificios de la derecha más 4 apartamentos por los 6 edificios de la izquierda. $(4 \times 9) + (4 \times 6) = \square + \square = \square$ '. A note states: 'En ambos casos el resultado es el mismo, en verdad se ha aplicado la propiedad Distributiva.' At the bottom, a yellow bar says 'Completa el texto y sabras la respuesta.' and a small table shows 'aciertos: 0', 'intentos: 0', and 'tiempo: 43'. The Windows taskbar at the bottom shows the Start button and several open applications including Microsoft Word and a calculator.

Figura 2.19: Problema de aplicación de la Propiedad Distributiva de la multiplicación respecto a la suma (Dist2.txta en el Prototipo β . Anexo 8).

Los problemas que estamos planteando en el Prototipo β tratan de la resolución de problemas verbales en el campo conceptual de la estructura multiplicativa, con ellos pretendemos motivar a los niños a esforzarse en el análisis de la situación planteada y en el establecimiento de las relaciones expresadas.

"No debe importar que los datos numéricos sean pequeños, lo realmente importante es la comprensión de todas las relaciones que pueden expresarse mediante la estructura multiplicativa y la variedad de significados –variables semánticas– con las que dichas relaciones pueden expresarse" (Castro y otros, 1995, 51).

La clasificación de los problemas de estructura multiplicativa no está bien establecida en comparación con la de los problemas de estructura aditiva. Hay varias clasificaciones desde el punto de vista semántico que difieren en terminología pero

que poseen categorías recurrentes, entre ellas queremos destacar la presentada por Vergnaud (1983, en Castro y otros, 1995) quien establece dos grandes categorías: Isomorfismo de medidas y producto de medida, quien reconoce que las estructuras multiplicativas se basan en las aditivas, pero él sólo se interesa por los aspectos intrínsecos más que por los que se reducen a aspectos aditivos.

En la clasificación presentada por Bell (1989, citado Castro y otros, 1995) presenta y estudia sólo problemas multiplicativos asimétricos (los datos del problema desempeñan papeles distintos) en 7 categorías: Grupos múltiples, medida repetida, razón, cambio de tamaño y mezclas (las dos últimas las presenta en la misma unidad y en distintas unidades). Otra clasificación es dada por Gironde (1997) y aquí la presentamos en el Cuadro 2.23.

TIPOS DE PROBLEMAS MULTIPLICATIVOS		
CATEGORÍA	CASOS	PROBLEMAS*
Parte-todo	Recuento	Una escuela tiene 9 salones con 35 estudiantes cada uno. ¿Cuántos estudiantes hay en la escuela? (Actividad 1act16.ass).
	Correspondencia múltiple	Juan compró 3 botellas de agua a Bs. 150 cada una. Si las vendió a Bs. 200 ¿Cuánto dinero ganó? (Actividad Proble3.ass).
Factor multiplicativo simple	Iteración	Un pintor pinta 2 cuadros por mes. Al cabo de 15 meses ¿cuántos cuadros habrá pintado? (Actividad Probl10.ass).
	Transformación o comparación de medidas	Ver la Figura 2.20 (Actividad Oper11.ass).
Proporcionalidad	—	Un bus recorre 80 Km por hora. En 5 horas ¿cuántos kilómetros recorrió? (Actividad Proble5.ass).
Recuento combinatorio	—	(**)

Cuadro 2.23: Tipos de problemas multiplicativos, basándonos en Gironde (1997).
 (*) En Anexo A. (**) No se ha incluido.

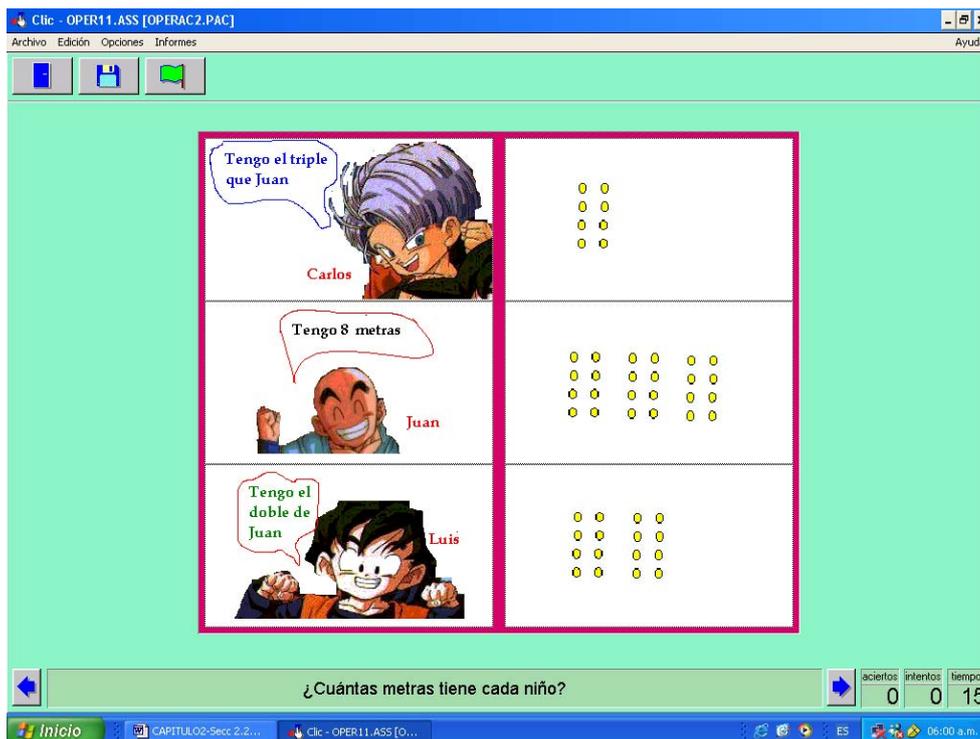


Figura 2.20: Ejemplo de una situación en la que el operador significa transformar una medida. (Oper11.ass en el Prototipo β . Anexo 8)

La diversidad de problemas así organizados le permitirá al docente ampliar el universo de aplicación de esta operación aritmética a diferentes situaciones y no sólo verla referida a ideas aditivas.

Cada situación de multiplicación puede llevar asociadas dos de división (Castro, 1995; Verschaffel y De Corte, 1996; Gironde, 1997), una corresponde a la división como partición (se da el todo y el número de partes y hay que hallar el tamaño de cada parte) y la otra a la división cuotitiva (se da el todo y el tamaño de cada parte y hay que hallar el número de partes).

Por ejemplo, 36 personas viajan a la Gran Sabana en auto de doble tracción y cada uno puede llevar a 4 de ellas, ¿cuántos autos se necesitan? En este problema la cantidad $(36 \div 4)$ indica el número de autos (grupos), 36 es el total de personas y 4 es el tamaño de cada grupo. Así planteamos una división cuotitiva. Si cambiamos el planteamiento del problema por: Se dirigen 36 personas a la Gran Sabana y para ello disponemos de 9 autos ¿cuántas personas debemos ubicar en cada uno de ellos? El total de personas y el número de grupos (autos) es conocido y deseamos hallar el número de personas en cada auto (la medida de cada parte). Así planteamos la división como una partición.

La división está implícita en la tabla de multiplicar de doble entrada, si nos ubicamos en uno de los números interiores y lo dividimos entre uno de los extremos, el resultado estará en el otro extremo. Este es otro camino para introducir la división. Así, ambos algoritmos (el de la multiplicación y el de la división) pueden ser presentados como un camino de ida y vuelta.

$$36 \div 9 = ? \longleftrightarrow 9 \times ? = 36$$

Realmente estamos planteando la división como la inversa de la multiplicación (y viceversa), con lo cual los chicos de la II etapa de educación básica (ciclo del nivel educativo correspondiente a nuestro interés) lograran ampliar su conocimiento de estas dos operaciones y ésta es una de las expectativas de la NCTM (2000) a alcanzar por los chicos en esta edad escolar y que en EUA están incluidos en los grados 3-5.

La división es de por sí una operación compleja porque involucra a la resta, la multiplicación y una búsqueda por tanteo de los términos del cociente. En esta operación, “el dividendo y el cociente con frecuencia representan medidas; el divisor, es un operador sin dimensión” (Vergnaud, 1985, 150). En nuestro trabajo no incluimos problemas de división, sólo nos limitamos a introducir algunas actividades como motivación (hallar la mitad de un número dado y hallar múltiplos, por ejemplo). Veamos la Figura 2.21.

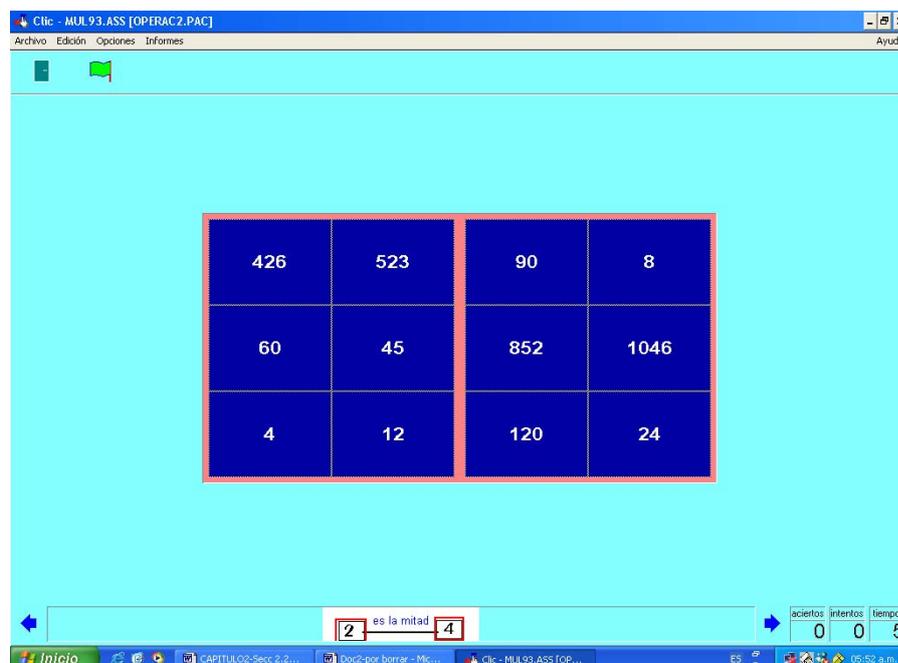


Figura 2.21: Actividad Mul93.ass (Prototipo β , Anexo 8).

B. Fracciones

La comprensión de la noción de fracción está vinculada a la capacidad de representación del hecho concreto por parte del niño, esto conduce al docente a diseñar secuencias de enseñanza o actividades que encausen el conocimiento informal del niño hacia la consecución de los objetivos involucrados. Así, es importante el conocimiento del profesor de las relaciones entre el conocimiento de las Matemáticas y el conocimiento de distintos modos de representación pues influyen en las características de las tareas de enseñanza, en la interacción didáctica en las aulas y en el significado que él o ella da a las producciones de sus alumnos.

Es por ello que autores como Llinares y Sánchez (1988, 1996) están de acuerdo que en la secuencia de enseñanza de las fracciones debe partirse de contextos concretos antes de pasar a situaciones más abstractas de cálculo algebraico, esto permitirá crear un esquema conceptual base para el manejo de los símbolos y las operaciones con fracciones con más sentido para los niños.

“La alternativa consistiría en buscar situaciones de la vida real, diaria de reparto y de medida que conllevarán el trabajo de las fracciones y, apoyados en el conocimiento informal que sobre éstas llevan los niños cuando entran en la escuela, potenciar a través de estas situaciones la construcción del concepto, las operaciones y las relaciones en las fracciones por los propios niños”. (Llinares y Sánchez, 1988, 64).

Sin embargo observamos como algunos docentes al inicio de este tema dictan un concepto de fracciones sin indagar las ideas que el niño tiene al respecto y sin seguir una secuencia de enseñanza donde se potencien traslaciones entre las distintas representaciones de dicho concepto, como lo señalamos en la Figura 2.22.

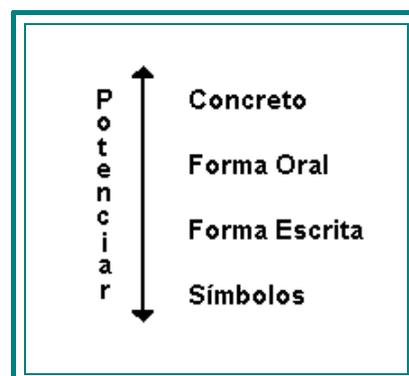


Figura 2.22: Formas de expresión.

Para lograr, en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las fracciones, ir de lo concreto a otra forma de expresión, es común usar en la escuela primaria algún

modelo matemático, entre ellos tenemos: el modelo continuo (área), el discreto o el modelo lineal (recta numérica). Veamos la Figura 2.18.

Con cada uno de estos modelos podemos usar distintos métodos de representación del concepto de fracción, estos son:

- *Método parte-todo:* Se presenta cuando una unidad (todo) se divide en partes congruentes, la fracción indica la relación entre la porción señalada y el número total de partes en que se ha dividido el todo. El método parte-todo puede representarse usando cualquiera de los modelos descritos (Figura 2.23).

El trabajo con la relación parte-todo, por ser una de las más intuitivas en el niño, puede convertirse en generadora de lenguaje y símbolos.

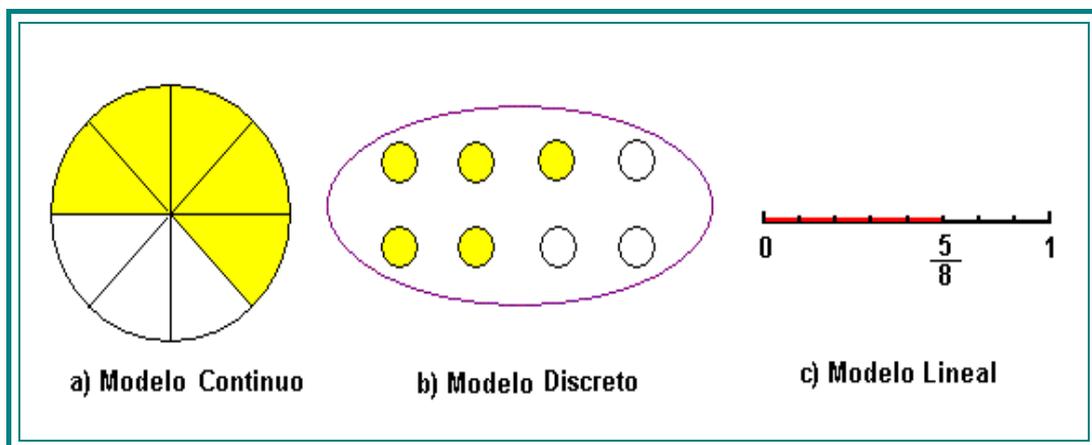


Figura 2.23: Representación de $\frac{5}{8}$ con el método parte-todo.

- *La fracción como razón:* Se refiere a una comparación de situaciones donde se representa a la fracción por las relaciones entre el todo y las porciones fraccionarias. En este método, no existe un todo en el sentido de que la comparación puede hacerse en ambos sentidos (Llinares y Sánchez, 1988). Para clarificar esto veamos que en el ejemplo de la Figura 2.24, se plantea una comparación, a través de los tres modelos, donde se describe cuántas piezas tiene el todo y cuántas piezas se han tomado para formar la parte fraccionaria, en este caso particular, 5 de las 8 piezas o unidades. Es una relación parte-parte descrita con 5:8 (ó $\frac{5}{8}$), aunque también tenemos situaciones de comparación todo-todo, por ejemplo, cuando exploramos los detalles de dos mapas de una misma región a distinta escala.

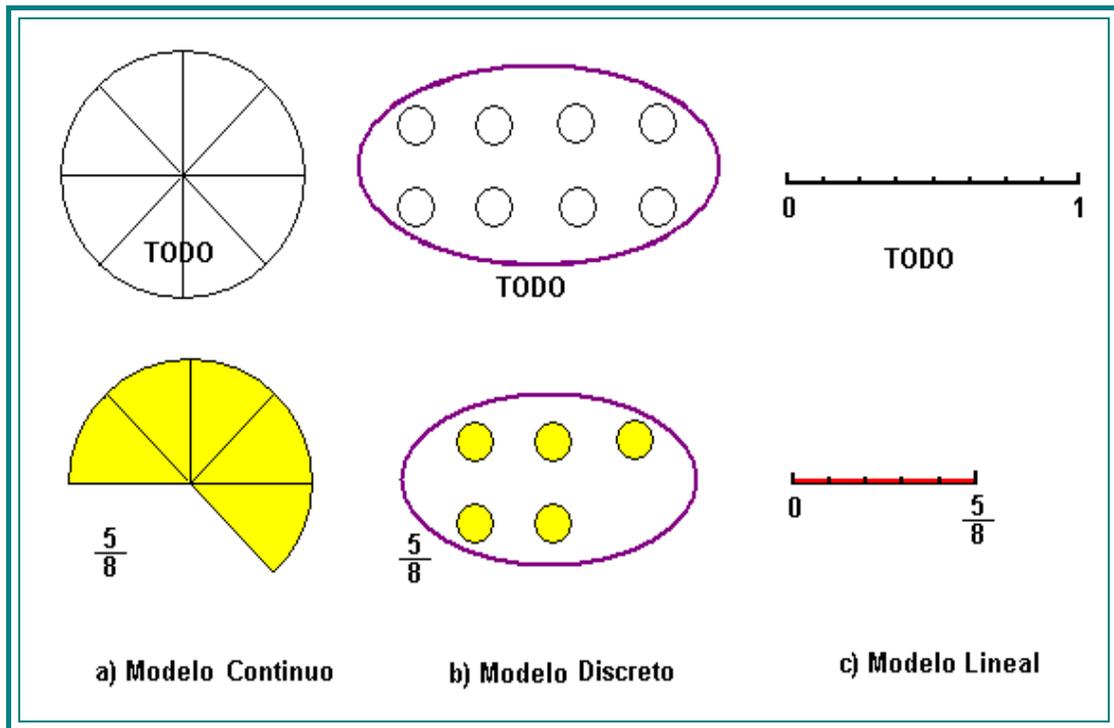


Figura 2.24: Representación de $\frac{5}{8}$ usando el método de comparación.

- *La fracción como cociente:* En esta interpretación la fracción se asocia con el resultado de dividir dos números naturales (el numerador por el denominador de dicha fracción), esto es, $\frac{a}{b} = a \div b$. También podemos verla como un reparto, por ejemplo, si queremos repartir 5 pizzas entre 8 niños, resulta conveniente picar cada pizza en 8 trozos y darle a cada niño 5 de ellos o como se indica en la Figura 2.25:

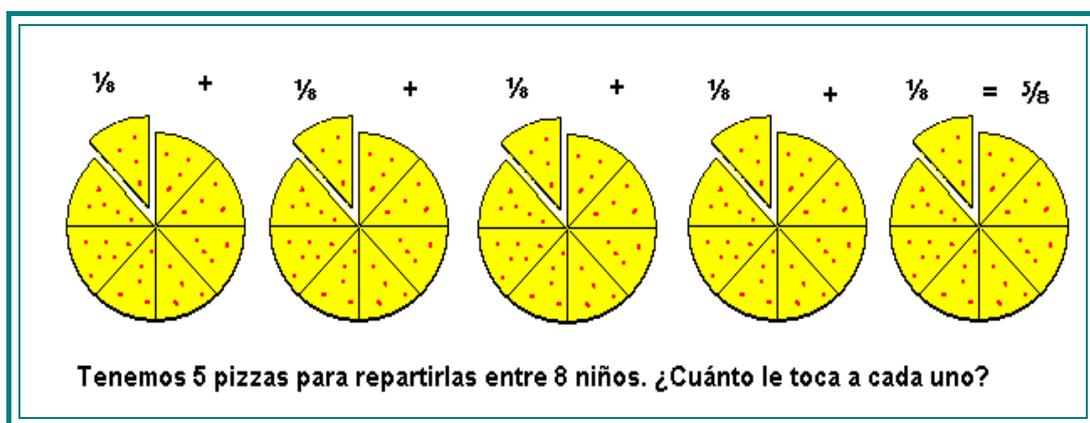


Figura 2.25: Ejemplo de interpretación de la fracción $\frac{5}{8}$ como cociente (reparto).

- *La fracción como operador.* Esta interpretación permite ver a las fracciones como una transformación que actúa sobre una situación y la modifica. Por ejemplo si tenemos 24 alumnos(as) en una sección de clases y queremos que $\frac{2}{3}$ de ella participe en clases de manualidades mientras el resto asiste a clases de computación, entonces obtenemos:

$$\frac{2}{3}(24) = (24 \times 2) \div 3 = (24 \div 3) \times 2 = 16$$

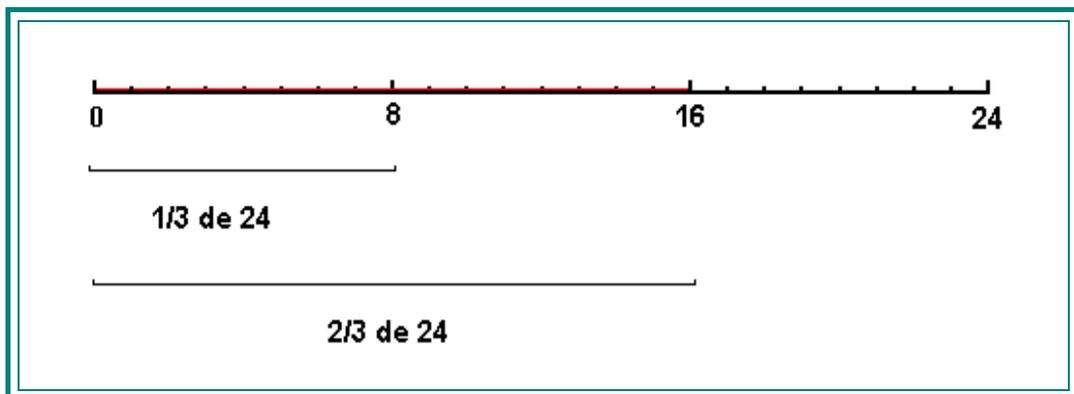


Figura 2.26: Ejemplo de interpretación de la fracción como operador (modelo lineal)

Sólo 16 niños(as) irán a clase de manualidades mientras que 8 ($24 - 16$) irán a clases de computación. Luego, la fracción como operador se concibe como una sucesión de una división y una multiplicación o a la inversa.

Para la representación de las fracciones contamos con todos estos métodos y modelos, aunque no todos se prestan de igual forma para ilustrar todos los aspectos en los que surge este concepto en la vida diaria. A veces se producen dificultades en el aprendizaje de los alumnos si no usamos el más apropiado de acuerdo a la situación concreta que se pretende ilustrar o si no tenemos en cuenta que “las representaciones para una idea matemática que se pueden utilizar no son perfectas, y pueden subrayar algunos aspectos del significado del concepto y soslayar otros”, (Llinares y Sánchez, 1996, 109).

Por ello necesitamos aclarar algunas diferencias entre ellos, por ejemplo, la principal diferencia entre el método parte-todo y el método de comparación (la fracción como razón), según Watanabe (2002), se refiere a la relación entre el todo y la parte fraccionaria. En el primer método, la parte fraccionaria está sumergida en el todo

mientras que en el segundo, el todo y a la parte fraccionaria se muestran (o se construyen) separadamente, como hemos observado en las Figuras 2.21 y 2.22.

Es difícil para los niños la interpretación de la fracción como cociente, respecto a la interpretación parte-todo, pues si nos referimos al modelo continuo de la Figura 2.18, es más sencillo para ellos sombrear 5 partes de las 8 en que se ha dividido el todo a tener que dividir 5 partes entre 8 personas, sobre todo para los que se inician en esta operación sobre el conjunto de los números naturales.

La fracción asociada a la operación de división de los números naturales (reparto) se hace más compleja cuando son varias las unidades a repartir o cuando no pueden ser divididas, como sucede en el momento del reparto de objetos o animales que habría que “romper” (Contreras, 2001).

En la interpretación de la fracción como operador se enfatiza el papel de ésta como transformación y se abre una puerta hacia la idea de los números racionales como grupo algebraico con la multiplicación, lo cual es un tema de III etapa de educación básica y niveles educativos superiores.

Las dificultades de comprensión por parte de los niños de estos métodos depende básicamente de dos factores, de su marco vivencial (vinculado a la edad y al grado de abstracción) y del modelo que escojamos. Y el docente debe tener cuidado con la falta de compatibilidad entre el significado que se da a las fracciones (decimal, porcentaje o proporción), las características del modelo y la tarea por resolver.

Para Watanabe (2002, 462), “teachers must pay close attention to the way that fractions are represented, because these representations can influence children’s problem-solving strategies”. Por ejemplo, entre los significados asociados a la fracción parece que la noción “partes de un todo” es la de más fácil comprensión para los niños pues la tarea de sombrear en una figura una fracción dada es más asequible que hacer lo inverso (Contreras, 2001), además es más asequible el modelo continuo que el modelo discreto o la recta numérica, en el sentido que en la mayoría de los libros y aulas de clase este es el modelo expuesto, con lo cual negamos a los niños la oportunidad de aplicar las fracciones en situaciones distintas al no proporcionarles suficientes experiencias concretas con todo tipo de representaciones.

Otro detalle a cuidar por los docentes es que el uso de materiales concretos sea consistente con la interpretación de la fracción que se esté explicando o mostrando a los niños(as). Por ejemplo, el uso de tiras de papel para mostrar el

método parte-todo (Figura 2.27), las cuales se pliegan y luego se colorean las partes fraccionarias (mitades, tercios, cuartos, octavos, etc.) que se han querido ilustrar.

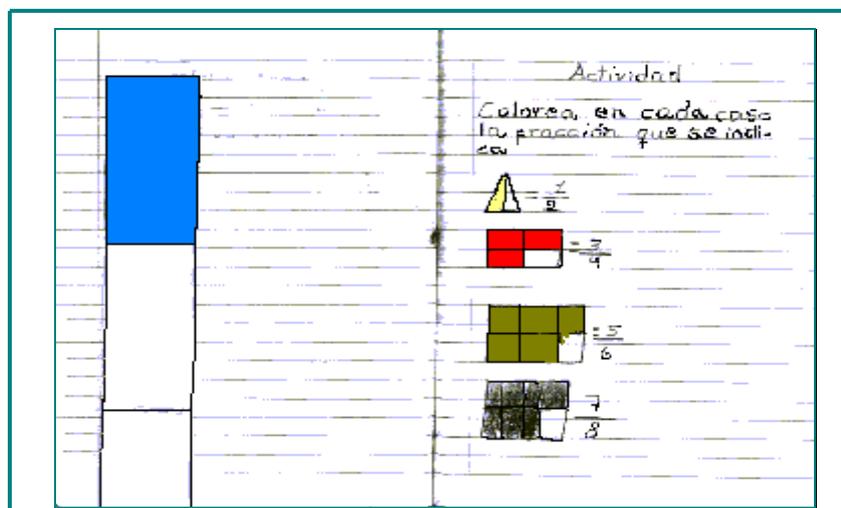


Figura 2.27: Actividad escolar referida al Método parte-todo.

Algunos materiales concretos no permiten al niño manipular la parte fraccionaria separadamente del todo, esto dificulta su comprensión sobre el doble papel de las partes fraccionarias en el método parte-todo: por un lado, son una entidad en sí misma y por el otro se consideran como parte incluida dentro de una entidad más grande (Watanabe, 2002) y por ende se les dificulta la comprensión del método.

Para solventar esta dificultad, podríamos usar, por ejemplo, modelos de pizza (todo) con las porciones congruentes señaladas y diseñadas por separado de tal manera que puedan pegarse o quitarse al todo (a través de cierres mágicos y el uso del franelógrafo o pizarra de franela), también pudiéramos usar el cartón de huevos (como el todo) y construir las partes fraccionarias a través de empalmes de zonas redondeadas que entren en cada cavidad y que puedan desplazarse fuera en un solo movimiento para mostrar comparaciones entre parte-parte y entre parte-todo.

Las representaciones y los modelos concretos por sí solos no manifiestan significados matemáticos, a pesar de ser útiles para quienes los construyen pero, sin embargo, “el conocimiento del profesor de las características de diferentes modos de representación de tópicos concretos llega a ser un aspecto importante en el diseño e implementación de entornos de aprendizaje y durante el proceso de negociación de los significados” (Linares y Sánchez, 1996, 95). Es por ello que los docentes tienen la responsabilidad de que los materiales concretos, la notación, los métodos y modelos sean matemáticamente apropiados para sus estudiantes.

2.2.4 Matemáticas y NNTT

Los primeros usos de la computadora en educación estuvieron ligados a la programación. En Matemáticas, este uso se dirigía a la aplicación de técnicas numéricas para resolver ecuaciones y chequear propiedades en Cálculo, Análisis, Álgebra y Geometría.

En los años recientes, a juicio de Balacheff y Kaput (1996), se ha alcanzado un mayor realismo en los objetos matemáticos porque a través de la interfaz se pueden expresar las ideas que los involucran usando un medio de comunicación muy cercano al lenguaje matemático y se logra el feedback necesario en términos del fenómeno en estudio. Esto es importante porque en Matemáticas, a juicio de Martí (1997), el rigor, la coherencia interna, la universalidad del lenguaje y la capacidad de deducción y de cálculo, son primordiales a la hora de enfrentar un fenómeno, y no nos eximimos de ello a la hora de modelarlo para luego intentar resolverlo numéricamente.

Sin embargo, aún prevalecen muchas dificultades que no debemos obviar, en el campo cognitivo podemos mencionar: “manejo inadecuado de la atención y de la memoria, empleo de estrategias inadecuadas, dificultad de manejar un código abstracto y analítico, dificultades de traducción de un código simbólico a otro, empleo de conocimientos matemáticos informales que pueden entrar en contradicción con los conceptos matemáticos formalizados, etc.”, (Martí, 1997, 142). Y en el campo afectivo, por ejemplo, nos encontramos con: falta de motivación, poca confianza y conflictos en la utilización de los conocimientos matemáticos previos.

Con ello queremos expresar que no son las computadoras las que totalmente van a ayudarnos a solventar todas estas dificultades pero pueden abrir una nueva fase en el diseño y uso de recursos en la educación matemática. La resolución de problemas a través de software interactivo puede motivar a los alumnos en sus procesos de aprendizaje; al usar programas elaborados deben manejar ciertas reglas, escribir con precisión los símbolos y secuenciar correctamente las acciones y al entrar en un micromundo pueden seguir sus propias estrategias, construir, experimentar, aprender de sus errores, refinar destrezas y explorar mundos cercanos a la realidad.

Reiteramos, el medio informático no provoca por sí solo efecto en el proceso de enseñanza-aprendizaje, el profesor debe planificar su uso de acuerdo al grupo de estudiantes que dirige, al contenido curricular y a las metas fijadas en su entorno educativo.

A. Nuevos entornos de enseñanza-aprendizaje

Los ambientes instructivos caracterizados por que en ellos se realizan las mismas actividades, en el mismo lugar y al mismo tiempo están experimentando modificaciones debido a cambios en el sistema espacio-tiempo producto del auge de las telecomunicaciones, lo cual facilita el acceso a los recursos a muchas personas y diversifica la opciones educativas. Estos nuevos ambientes de aprendizaje no parece que sustituyan las aulas tradicionales pero si las complementan, como indica Salinas (1997).

Como un entorno emerge “cuando el profesor y los alumnos trabajan y se comunican por medio de un plan conjunto de actividades de investigación, acorde con sus intereses, capacidades y habilidades” (Alsina y otros, 2001, 26), así un nuevo entorno de enseñanza-aprendizaje emerge cuando incluimos en ellos las NNTT, tanto el hardware como el software y especialmente aquellos que ayudan al docente y al alumno a lograr las metas educativas. Al introducir cambios que afectan a todos los elementos del proceso educativo, estamos creando nuevos ambientes de aprendizaje.

Como los medios de comunicación han sufrido grandes cambios en los últimos años, entonces los entornos informáticos de aprendizaje han variado también con el paso del tiempo, haciéndose más robustos de acuerdo a nuevas exigencias en los distintos ámbitos del quehacer humano, por lo tanto lo que hoy llamamos nuevas tecnologías mañana no lo será, posiblemente, pero lo que si seguirá siendo nueva es nuestra preocupación, como docentes, por actualizar los conocimientos que poseemos en esta materia para poder desempeñarnos profesionalmente con amplitud y calidad.

Pero los entornos o ambientes de aprendizaje siguen siendo espacios de exploración, manipulación, construcción, actividades dirigidas, etc., bien sea individual o grupal, en donde los alumnos controlan sus actividades de aprendizaje, con la ayuda o no del profesor, y utilizan recursos de información y comunicación, así como herramientas de construcción de conocimientos para resolver problemas.

Indica Gewerc (2001), que los entornos poseen un núcleo con tres componentes interrelacionadas: contexto, simulación o presentación del problema y espacio de manipulación (ver Figura 2.28). El contexto describe donde ocurre el problema, la simulación permite introducir al usuario en el problema y potencia el desarrollo de sus habilidades cognitivas, mientras que en el espacio de manipulación el alumno puede intervenir en el desarrollo del problema. Alrededor de este núcleo se encuentran herramientas cognitivas, recursos para la búsqueda de información y

herramientas de colaboración. Así el alumno no sólo puede estudiar el problema, plantear sus hipótesis, experimentar, visualizar las consecuencias de sus acciones, etc., sino que también puede comparar y analizar el problema mismo, construir estructuras conceptuales y compartir sus resultados, inquietudes y dudas con otros, expertos o no, dentro de un entorno que le provee una representación del problema cercana a la realidad.

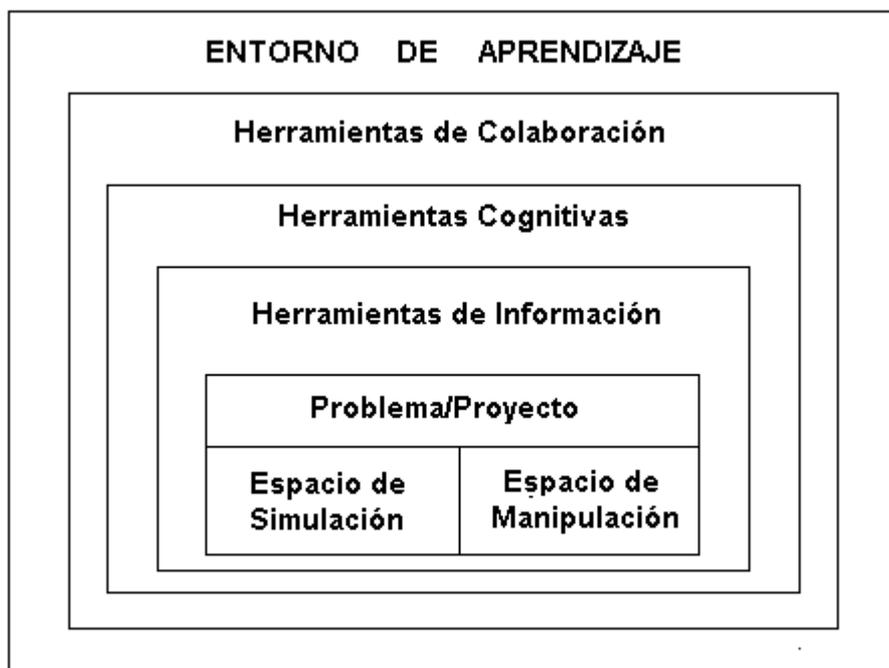


Figura 2.28: Esquema de un Entorno de Aprendizaje (Gerwec, 2001)

Este esquema que Gerwec (2001, 4) propone para la elaboración de entornos basados en la computadora, involucrar aspectos relativos a que “el usuario construya su conocimiento, tanto a través del procesamiento de la información como de la construcción de significados y modelos mentales a partir de ella”. Se trata de una propuesta de creación de un entorno desde el punto de vista constructivista.

Los entornos deben ser diseñados de tal manera que garanticen una utilización exitosa del medio informático en el proceso de enseñanza-aprendizaje y esto se logra si se suceden cambios en el resto de los elementos del sistema educativo, como son : los objetivos, elegir los contenidos curriculares que pueden ser modelados con los materiales informáticos que poseemos, modificar nuestras estrategias de trabajo en el aula aprovechando las características del medio (interactividad, trabajo colaborativo, diseño de actividades motivadoras, etc.), integrar el medio al currículo, etc. Pero la

aparición de estos nuevos ambientes tiene sentido y se comparte “la misma visión de cómo la innovación hará que mejore la educación” (Salinas, 1997, 87).

Se trata de introducir en la planificación de los proyectos tentativos de acción los medios electrónicos relacionados con los procesos de enseñanza-aprendizaje, bien sea los tradicionales: televisión, video, etc. o los más sofisticados producto del desarrollo de la digitalización, para que a través de ellos, los docentes puedan obtener algunas respuestas y soluciones a problemas de su práctica (cambios en el rol del docente en el aula).

La pedagogía por proyectos supone cambiar las condiciones y organización del trabajo en el aula, al facilitar la creación de ambientes con experiencias de aprendizaje que induzcan al alumno a participar en la construcción del conocimiento, desarrollando una actuación crítica y reflexiva de la realidad donde viven, dentro de este escenario deben ser tratados los medios electrónicos como un elemento curricular más, “necesitando para su comprensión situarlos en el espacio y la perspectiva del conjunto de las variables curriculares”, Salinas (1999, 107).

En el caso de Matemáticas, los entornos computacionales han transformado sus prácticas porque pueden facilitar al alumnado el desarrollo de nuevas concepciones acerca de los objetos matemáticos. Una de las características de estos entornos, en comparación con otros recursos de aprendizaje, es su carácter cognitivo, es decir, no sólo permite representar los objetos matemáticos sino también sus propiedades. Acota Balacheff y Kaput (1996), que la interacción entre el aprendiz y la computadora se basa en la interpretación simbólica, los cálculos con los datos de entrada que éste realice y el feedback que el entorno le proporciona.

En un entorno de enseñanza existe un conjunto de recursos que contribuyen coordinadamente a un aprendizaje eficaz, o al menos eso se pretende. Son interesantes aquellos entornos donde las computadoras provean formas de hacer y experimentar en Matemáticas, al permitirle al usuario poder manipular directamente los objetos matemáticos y sus relaciones, más ahora que, según Adell (1997, 9), las NNTT “serán utilizadas de modo creciente como medio de comunicación al servicio de la formación, es decir, como entornos a través de los cuales tendrán lugar procesos de enseñanza-aprendizaje”. Por ello en el siguiente apartado veremos algunos de los recursos con que contamos en esta área.

B. Recursos tecnológicos y el conocimiento matemático

Los recursos tecnológicos nos permiten plasmar la representación del conocimiento a través de formatos visuales, sonoros e icónicos y a la vez se nos plantea la interrogante respecto a la fidelidad de esa representación, por un lado y por otro si podremos expresar de qué forma la nueva representación puede interferir con su significado intrínseco.

Sin embargo, los modelos toman las características relevantes del fenómeno que se quiere estudiar y ayudan a clarificarlo, con cierto grado de error que puede ser controlado. Por lo tanto, el conocimiento es la esencia de la interpretación de esos modelos y en el caso de usar el medio informático para representarlos, el conocimiento no puede sólo leerse de la pantalla, éste “es el resultado de una construcción en el proceso de interacción con la máquina” (Gorgorio, Deulofeu y Bishop, 2000, 94).

En opinión de Hernández y Soriano (1999, 46), “una matemática que se sustente en la reflexión y el pensamiento, partiendo de la práctica, de la exploración y la experimentación exige disponer de materiales variados”, para ello contamos en el mercado con infinidad de programas informáticos, unos permiten construir el conocimiento matemático, otros ayudan al docente en tareas diferentes de su día a día, como las de aplicación o ejercitación de dichos conocimientos.

Una clasificación de los programas de ordenador que sigue el criterio del tipo de tareas a realizar por los alumnos, presentado por Marqués y Sancho (1987), presenta tres bloques, el primero corresponde a los tutoriales y los programas de ejercitación (drill and practice programs) que permiten tareas de reconocimiento, memorización y resolución de problemas. Mientras que para tareas de comprensión se ubican los tutoriales de tipo heurístico, las simulaciones, los juegos heurísticos y los entornos de programación. Otros programas, no diseñados para enseñanza pero que están siendo asumidos para estos fines, tales como: procesadores de texto, hojas de cálculo, generadores de gráficos, paquetes estadísticos y bases de datos, conformarían un último bloque (Ver Cuadro 2.24). Vamos a incluir en esta clasificación otros programas en auge actualmente, nos referimos a los programas multimedia, los cuales se basan en el acceso oportuno y adecuado a la información y al conocimiento.

Los tutoriales y los micromundos, tomándolos (sin pérdida de generalidad) como representantes de las dos primeras categorías, ocupan extremos opuestos

dentro de los entornos basados en las computadoras, desde el punto de vista de la estructuración y control del acceso, como nos acota Balacheff y Kaput (1996, 483): “On the one hand, microworlds offers to learners open worlds in which they can freely explore problem situations, and on the other hand, tutoring system provide students with strong guiding feedback”. Mientras que en los multimedia (en los cuales nos extenderemos en el Capítulo 4) el control del acceso a la información está en el usuario, dentro de los límites conferidos por el diseñador (Gros, 1997).

Clasificación del Software según las tareas del alumno		
Categoría	Tipo	Ejemplos
De memorización y práctica	Tutoriales	Exploring languages
	Programas de Ejercitación	Mickey Mouse
De comprensión	Tutoriales Heurísticos	MATES
	Simulaciones	Eyewitness virtual reality: Dinosaur hunter
	Micromundos	Logo, Cabri, TIMA
	Lenguajes de Programación	Pascal, Cobol, Basic y Fortran.
De aplicación	Procesadores de Texto	Word
	Hojas de Cálculo	Excel
	Paquetes Estadísticos	SPSS y Minitab
	Bases de Datos	Dbase
Multimedia	Hipermedia	Páginas Web
	Enciclopedias	Encarta
	Videojuegos	Seems
	Resolución de Problemas	Mega Math Blaster

Cuadro 2.24: Tipos de software. Elaboración propia.

En la práctica un programa de enseñanza puede o no pertenecer a una sola de estas categorías. Un tutorial puede incluir simulaciones de los procesos que se quieran explicar a los alumnos o en un micromundo se pueden acceder a secuencias dirigidas, con lo cual los alumnos podrán sacar partido de los beneficios de unos y otros y así se logrará su eficiencia en cuanto a tiempo de empleo y tipo de alumnos (Vaquero, 1992).

Hay programas centrados en la transmisión de contenidos y otros tienden a lo procedimental, es decir, “se dirigen hacia el soporte en la adquisición de una determinada habilidad o desarrollo de estrategia” (Gros, 2000, 61). Entre los programas que han revolucionado la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas tenemos:

Programas de adiestramiento y práctica (Drill and practice programs):

Estos programas se destinan, básicamente, a consolidar y reforzar el conocimiento sobre algún tópico particular que el niño(a) ya posee. Son programas cerrados que no permiten una interacción elaborada entre las parejas de niños que juntas desarrollan la actividad (en el caso de trabajo en parejas), más bien se han diseñado para trabajo individual.

Se recomienda su uso de acuerdo a las siguientes razones:

- Los ejercicios se presentan según niveles de dificultad.
- Ejercicios de corrección inmediata.
- Algunos presentan autoevaluación.
- Los ejercicios de repetición asientan las bases del conocimiento básico.
- Permiten un aprendizaje ameno.

Pueden ser adecuados para la adquisición de destrezas pero pueden impedir que se alcancen niveles avanzados de aprendizaje y por ello no se recomiendan para niveles altos de educación donde las mismas se hayan superado. Además, debemos tener cuidado con el hecho de que muchos estudiantes podrían resolver distintos problemas aritméticos correctamente pero estos resultados no muestran que realmente estén entendiendo las bases de los algoritmos empleados. Por ejemplo, muchos estudiantes a pesar de utilizar la técnica de simplificación de fracciones en gran cantidad de problemas, aún creen que el valor de las mismas cambia cuando se multiplica o divide el numerador y el denominador por el mismo número (Lehtinen y Repo, 1996). Esto nos indica que las frecuentes repeticiones de los algoritmos pueden ser insuficientes para corregir las malas concepciones o ganar comprensión de los conceptos matemáticos.

Uno de tales programas es el Animated Multiplication and División (Figura 2.29), dirigido a niños y niñas de educación primaria. Este es un programa de ejercitación, escrito en inglés, en el área de Matemáticas y específicamente se basa en las tablas de multiplicar del 1 al 10. Este programa favorece el cálculo mental,

presenta 6 tipos de problemas de multiplicación y 6 tipos de problemas de división. El usuario puede escoger la tabla que desee practicar con (1,2,3,...,10 ó mixto), para ello se usan las teclas de las flechas y la tecla <Return> para seleccionarlos; al marcar la letra 'H' recibe ayuda y al marcar la letra 'Q' podrá salir.

Por la realización exitosa de una sucesión de diez problemas, el programa premia al usuario con juegos adicionales, se trata de la creación de figuras propias, animadas y a color. Para ello puede crear o seleccionar un esquema de color para su propio dinosaurio, automóvil, cara etc. Puede usar el teclado y el ratón y los archivos de ayuda también están disponibles en el archivo Read.txt.

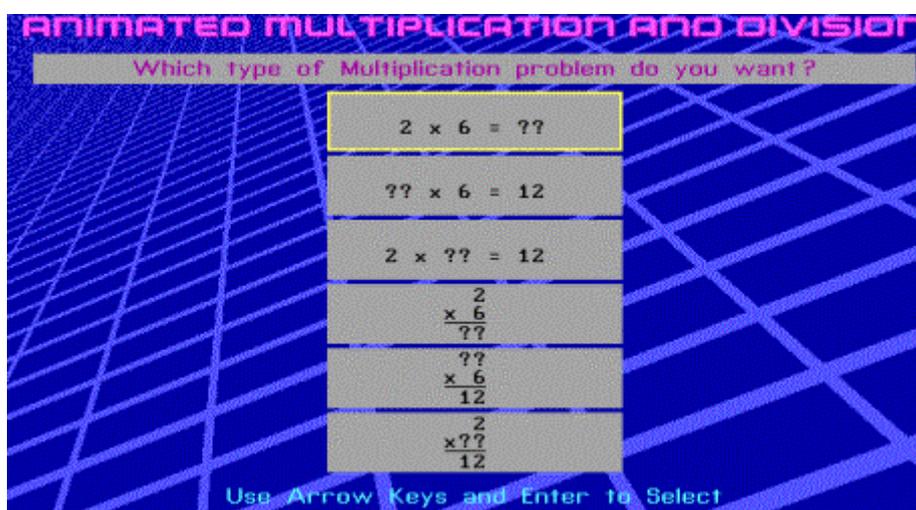


Figura 2.29: Interfaz del programa Animated Multiplication and División.

Otro programa (lenguaje de autor) con el cual se pueden diseñar distintas actividades de repetición es el Clic. Diseñado por Busquets y sus colaboradores (Busquets, 1999), este programa posee una interfaz (ver la Figura 2.28) muy sencilla y con la ayuda no sólo del teclado sino del ratón el niño puede aprender jugando con distintos tipos de actividades, tales como: las asociaciones, rompecabezas, cartas de memoria, crucigramas, completación de textos, etc. y elevar sus niveles de retención, disminuir el aburrimiento y las malas conductas.

El Clic 3.0 (Figura 2.30), cuyas características detallaremos en el Capítulo 4, le permite al docente desarrollar los contenidos procedimentales del currículo relativos a relacionar, ordenar, memorizar, explorar, clasificar, etc. con la ayuda de textos, gráficos, sonido y animaciones. Este entorno, lleno de interactividad, proporciona al usuario inmediatamente el feedback necesario para que conozca la valoración de cada

una de sus respuestas así como su precisión global al completar cada paquete o secuencia de actividades.

El programa facilita el diseño y la secuenciación de actividades de aprendizaje de acuerdo a las necesidades de cada grupo de alumnos o para adaptarlas a las necesidades especiales de los alumnos que lo requieran y además se pueden encadenar otras secuencias de actividades de menor o mayor nivel de dificultad con lo cual el alumno será capaz “no sólo de repetir o rehacer, sino también de resignificar en situaciones nuevas, de adaptar, de transferir sus conocimientos para resolver nuevos problemas”, como lo indican Parra y Saiz (1994, 53).

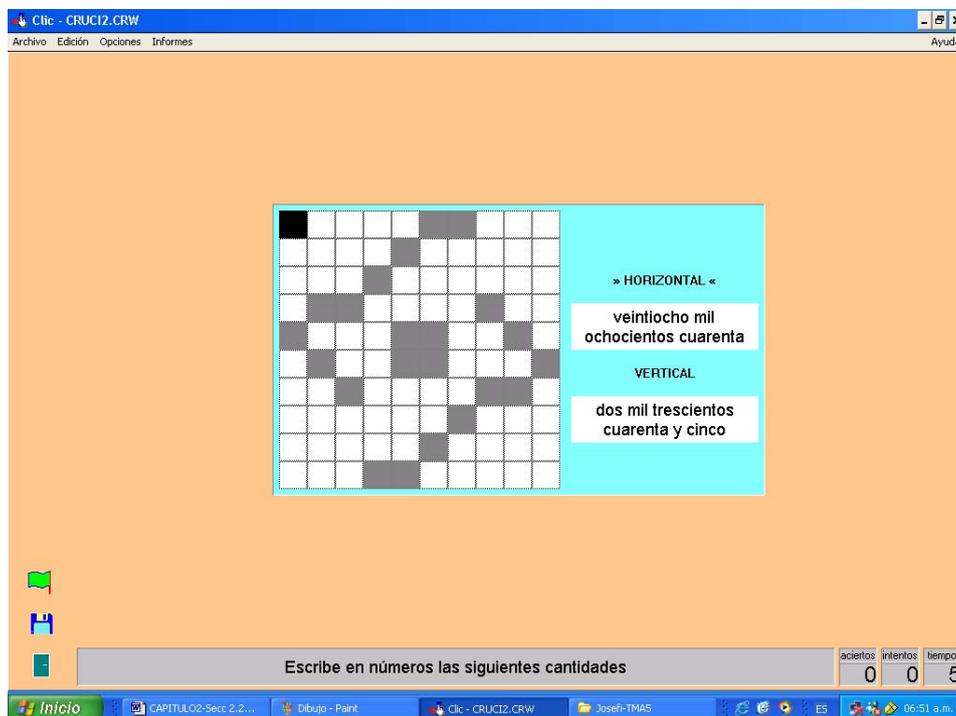


Figura 2.30: Interfaz del programa Clic 3.0 (Actividad Cruci2.crw, en el paquete JOSEFI.pac. Paq-TMA5, Anexo 8).

Micromundos

Este ambiente de aprendizaje ofrece al principiante una experiencia orientada al descubrimiento y resulta atractivo por su carácter interactivo. Un micromundo consta de dos características esenciales, según Balacheff y Kaput (1996):

1. Un conjunto de objetos primitivos, operaciones elementales con esos objetos y reglas que expresan la forma como se realizan las operaciones.
2. Un dominio del fenómeno que determina el tipo de feedback que produce el micromundo como consecuencia de las acciones y decisiones del usuario.

Este dominio de trabajo junto a las herramientas apoyan una rica diversidad de actividades creativas. Logo es un ejemplo de lenguaje de programación que nace en los años 70, permite la creación de micromundos para la exploración de elementos geométricos en el plano y fue creado para introducir a los niños y niñas en los conceptos de programación. Posee herramientas sencillas tales como: acciones primitivas y objetos (números y listas), con una sintaxis fácil de aprender y de usar pero flexible y potente que le permite al usuario combinar dichas acciones y crear otras más complejas (procedimientos) para resolver problemas en forma estructurada (a través de la recursividad) que luego formarán parte del propio lenguaje, en este sentido, Balacheff (2000, 95), indica que “el micromundo evoluciona a medida que crece el conocimiento del aprendiz” (ver la Figura 2.31).

En el programa Logo, los dibujos son estáticos y para modificar su apariencia se debe modificar el código fuente. Por lo tanto para verificar si se ha dibujado lo que se quiere, debe coordinarse un feedback visual de la figura con la evaluación de la descripción simbólica del código que la origina.

Este proceso de adaptación entre el usuario y el entorno, es decir, la forma cómo él asume el feedback y las consecuencias de ello, le permite mejorar la comprensión de su propia actividad de construcción matemática y por ende mejorar su conocimiento del fenómeno.

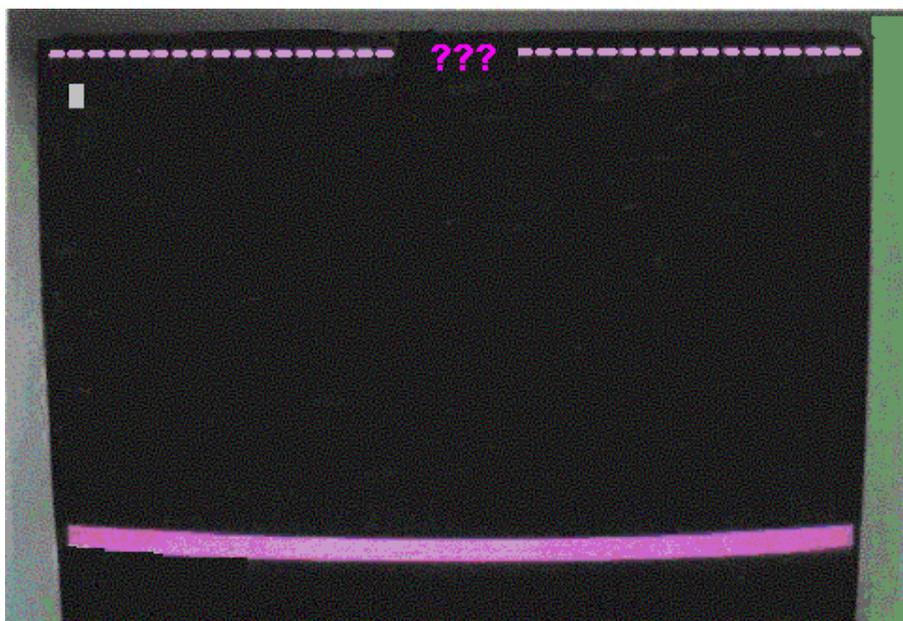


Figura 2.31: Interfaz de Logo Writer.

Con el tiempo se han mejorado los entornos de programación para el desarrollo y aprendizaje con el lenguaje Logo, una de estas versiones es el WinLogo (ver la Figura 2.32).

Esta versión de Logo para Windows se creó con el objetivo de facilitar a los pequeños usuarios su utilización, para ello se beneficia de las funcionalidades del sistema operativo Windows, se le ha dotado de nuevas y potentes características como las primitivas 3D para explorar elementos en el espacio tridimensional y es compatible con las versiones más populares ya existentes de Logo.

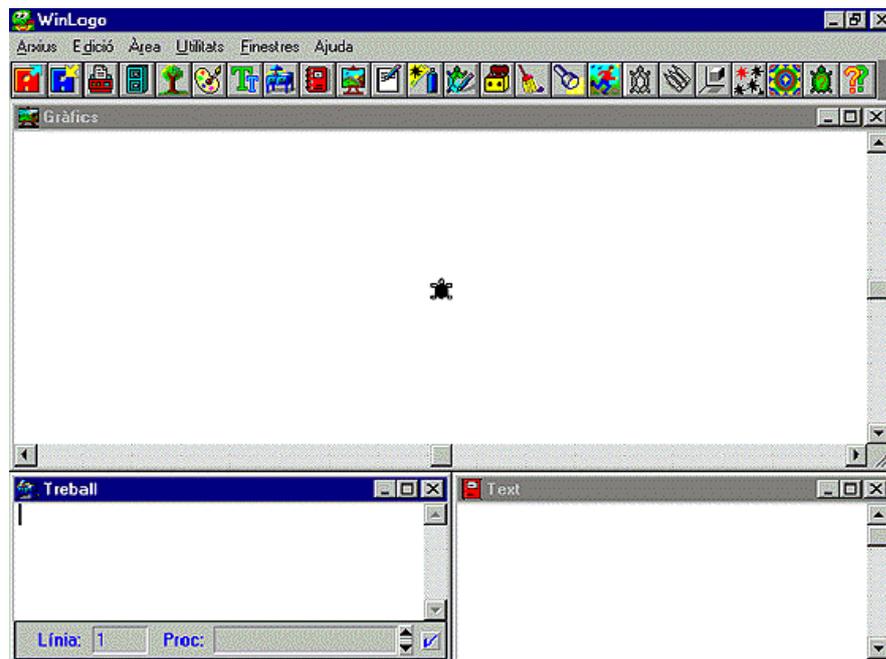


Figura 2.32: Interfaz del WinLogo.

Para el aprovechamiento de este micromundo (en cualquiera de sus versiones) se requiere que “el alumno construya un sólido puente entre las representaciones simbólicas de los objetos geométricos en el lenguaje Logo y la representación gráfica que aparece en la pantalla” Balacheff (2000, 95).

Otros micromundos lo constituyen los entornos geométricos dinámicos, que permiten al usuario la construcción de figuras geométricas partiendo de objetos matemáticos básicos (punto, línea, segmento, etc.) y de las relaciones elementales entre ellos (punto medio, perpendicularidad, equidistancia, etc.), luego de escogerlas de un menú.

Uno de ellos es el Cabri-géomètre, desarrollado en Francia por Laborde (1995) y su equipo a mediados de los 80's. Una de sus virtualidades es que una vez dibujada

la figura geométrica se puede mover, tomando cualquiera de sus puntos o componentes básicas y ello permite observar como se mantienen las relaciones aunque cambien las dimensiones. Así, el usuario válida visualmente las propiedades geométricas aprendidas teóricamente y puede hacer conjeturas.

Al igual que con el Logo, el Cabri permite la construcción de herramientas más complejas o macros, que se podrán agregar al menú *Construcción* como un nuevo elemento a implementar cuando algún problema así lo requiera (ver Interfaz de Cabri en la Figura 2.33).

Por supuesto, no descartamos la utilización de materiales manipulativos que juegan un papel fundamental en la enseñanza-aprendizaje de la Geometría en forma activa y acorde con la evolución intelectual de los alumnos. Aunque en opinión de Piaget, el niño no llega a realizar abstracciones por el mero hecho de manejar objetos concretos. La abstracción comienza a producirse cuando el niño llega a captar el sentido de las manipulaciones que hace con el material; cuando puede clasificar objetos, atendiendo, por ejemplo, al color, deshace la agrupación y puede después ordenarlos atendiendo a su tamaño.

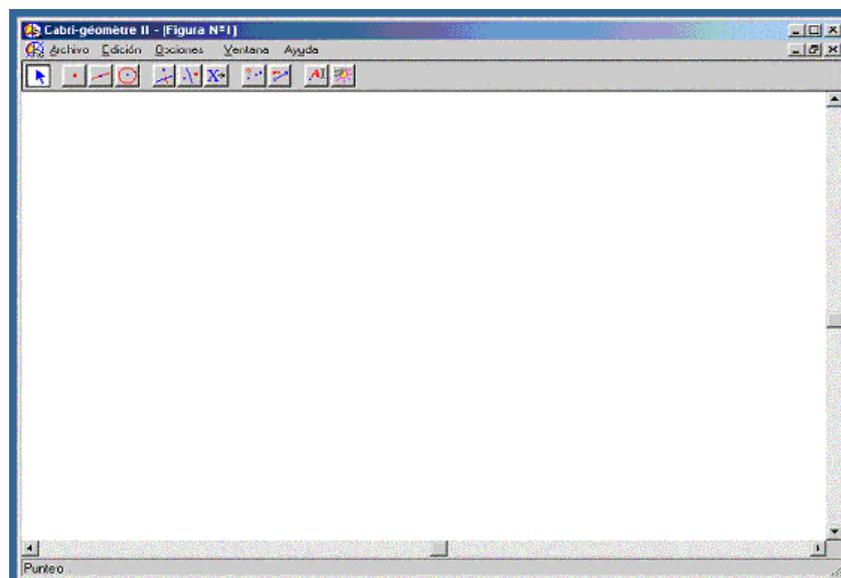


Figura 2.33: Interfaz de Cabri-géomètre II.

El Cabri es recomendado para chicos en educación secundaria, para los niños menores se han desarrollado otros micromundos para el aprendizaje de los números y las operaciones aritméticas. Entre ellos tenemos un micromundo desarrollado para la construcción de fracciones: TIMA (Tools for Interactive Mathematical Activity). Este programa provee a los chicos del nivel educativo K-8 (en USA) posibilidades para

mejorar las operaciones con números enteros y fracciones a través de la construcción de objetos o cadenas con ellos. Unos tienen formas geométricas: triángulos, cuadrados, pentágonos, hexágonos y heptágonos (llamados toys), otros son segmentos de líneas (Stick) y hay regiones rectangulares (Bars).

Los chicos(as) pueden manipular estos objetos uniéndolos, partiéndolos, segmentándolos, repitiéndolos y midiéndolos. Tales procedimientos son básicos para las cuatro operaciones básicas con enteros y fracciones, así como para los conceptos de simplificación y equivalencia de fracciones.

El programa se compone de los micromundos o entornos Toys, Stick y Bars, en los cuales se manipulan las formas con un click del ratón. En Toys, las formas se unen en cadenas (string) y la unión de éstas forman composiciones en dos dimensiones (chaín). La intención de los resultados de la repetición es la construcción por los chicos de la estructura multiplicativa, por ejemplo, un chain de 4 string con 5 toys en cada uno produce 20 toys en la estructura resultante (ver la Figura 2.34).

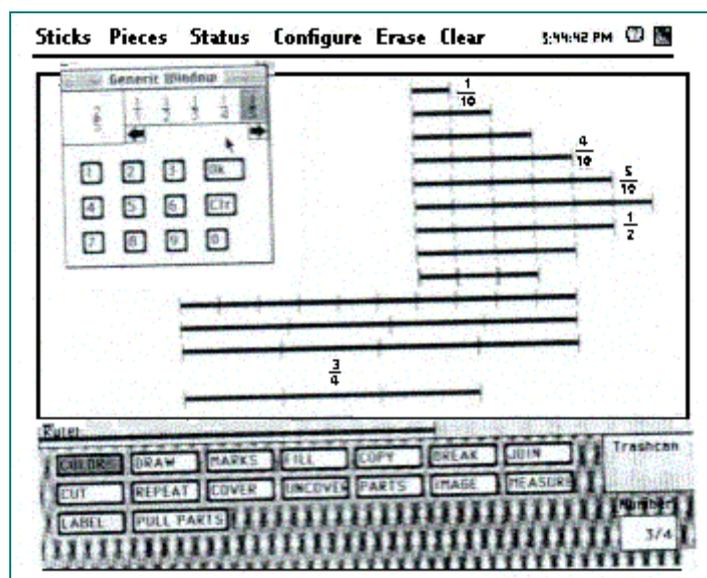


Figura 2.34: Interfaz del micromundo TIMA: Sticks.

El entorno Sticks permite reflexionar sobre el concepto de longitud. El chico puede dibujar segmentos horizontales con un click del botón Draw al mover el ratón. La extensión de este movimiento determina la longitud del segmento. La asociación que hace el niño entre la acción motora y el resultado visual construye su experiencia sensorial de longitud (Olive, 2000). Si el chico particiona el segmento en partes iguales (con el botón Parts) o les hace marcas (con el botón Marks), luego podrá pintarlas (con

los botones Color y Fill), sacar las partes (con el botón Pull parts) y formar nuevos segmentos (sin eliminar el todo) que le permitirán comparar las partes con el todo (relación parte-todo para representar fracciones) y nombrarlos con el símbolo correspondiente.

El entorno Bars permite manipular las regiones rectangulares, semejante a lo realizado con los sticks, sólo con marcarlas con un click sostenido del ratón y arrastrando luego. Esta acción motora y el resultado visual ayuda al niño a establecer la medida de la región en forma sensorial.

Sistemas de álgebra computacional

También conocidos como manipuladores simbólicos. Se están usando en la enseñanza del Cálculo y Álgebra pues le permiten al usuario manipular las expresiones algebraicas, dibujar gráficas de funciones, operar con matrices y listas, geometría afín y euclídea, etc. Entre ellos tenemos Maple, Derive, MatLab y Mathematica.

Estas funcionalidades del programa dejan libertad al usuario de concentrarse en otros aspectos del problema, como el análisis de resultados o la toma de decisiones, y a la vez cambian sus concepciones sobre el Cálculo, por ejemplo.

Uno de tales programas en Álgebra simbólica es el DERIVE (Figura 2.35), el cual permite al usuario construir, simplificar y resolver ecuaciones numéricamente y simbólicamente. También le facilita la oportunidad de graficar las funciones (sombreado la ecuación y pulsando PLOT) y, a través de un zoom (con SCALE), ver alguna parte seleccionada de la misma.

El uso de estos programas, han introducido cambios en la instrucción tradicional, los cuales reflejan resolución de problemas con mayor número de aproximaciones exploratorias basadas en la interactividad, problemas más adaptados a la realidad (en lugar de sólo ejemplos donde los resultados son exactos o con soluciones analíticas conocidas), etc., que le permiten al estudiante cambiar la balanza desde lo deductivo y algebraico hacia lo inductivo y empírico.

Hay gran diversidad de recursos tecnológicos para la enseñanza de las Matemáticas, aunque no podemos hablar de todos aquí, los cuales usaremos como mediadores de la realidad tomando en cuenta que nos interesan materiales no totalmente isomorfos con ella sino más bien semejantes a las conductas cognitivas

(evocación simbólica, relaciona imágenes-palabras, pensamiento representativo, etc.), operaciones mentales, habilidades (aplica reglas, presta atención visual y auditiva, coordina ojo-mano, discrimina, etc.) y destrezas que realizarán los niños (Llicona, 2000), sobre todo los pertenecientes a la II etapa de educación básica con quienes desarrollaremos nuestra investigación.

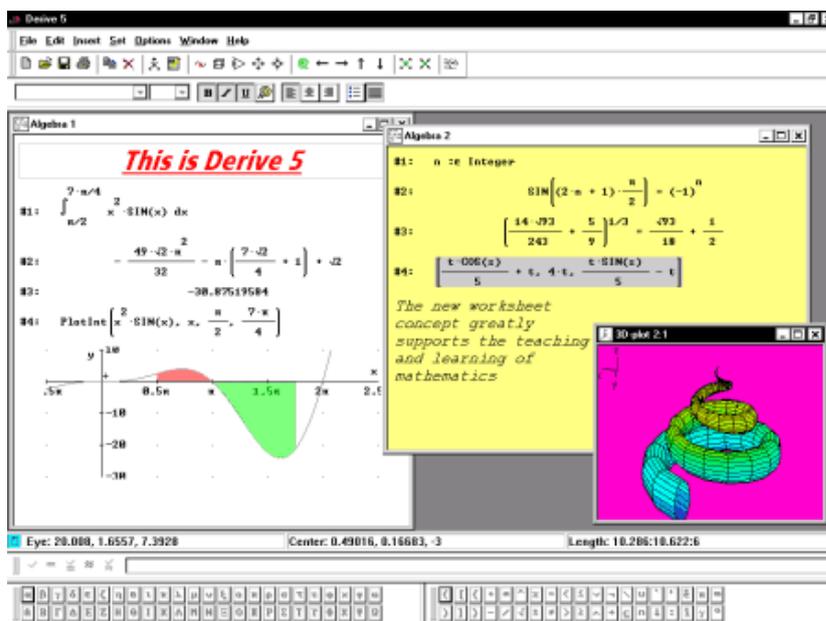


Figura 2.35: Interfaz de Derive.

Además debemos tener presente las características de los equipos de que disponemos, porque no siempre podremos utilizar los últimos programas que aparezcan en el mercado si los equipos no les dan soporte.

Por otro lado, a pesar de los progresos y promesas que estos recursos tecnológicos han introducido en el sector educativo, no necesariamente todos pueden tener acceso a ellos, máxime cuando no todas las escuelas en nuestro país disponen de equipos con requerimientos adecuados a las exigencias de estos recursos o cuando no se cuenta con conexión a la red de redes, la cual posee innumerables recursos educativos.

Procuraremos entonces seleccionar aquellos recursos de interfaz amigable, bien diseñadas para el estudio de los fenómenos matemáticos, aunque esto no implica necesariamente que se produzca el aprendizaje. Estos medios permiten otro tipo de representación simbólica y cambios en las relaciones entre alumnos-medio-profesor a través de la interactividad que los caracteriza y en las estrategias que entorno a ellos desarrollamos, y de ello hablaremos a continuación.

C. Nuevas estrategias didácticas

La enseñanza tradicional de las Matemáticas da al estudiante pocas oportunidades y limitadas plataformas para la construcción de su conocimiento pues está orientada a la repetición mecánica de algoritmos, las interacciones entre iguales y con el docente durante las clases se refieren a la resolución de problemas concretos y los procesos de construcción se basan en la generalización empírica y horizontal. Como lo afirma Lehtinen y Repo (1996, 108), “with the help horizontal generalization, students can solve typical textbook problems, but are not able to construct an adequate conceptual understanding because their mental models are limited to the level of concrete mathematical knowledge (entities)”.

Si nuestra acción como docentes consiste en ayudar a nuestros estudiantes a superar o a profundizar en sus niveles de abstracción matemática entonces necesitamos cambiar su concepción de los procesos de construcción. Para ello podemos valernos de los recursos tecnológicos, es decir, procuraremos crear actividades con apoyo informático adaptadas a nuestras audiencias y desarrollar nuevas estrategias metodológicas.

Pero como referimos al punto de las estrategias (el diseño de actividades lo trataremos en el Capítulo 4) evitando dar un recetario porque cada realidad educativa es distinta y por lo tanto requerirá de toma de decisiones adaptadas a las condiciones presentes. Lo intentaremos dando algunas pautas metodológicas (sin ser exhaustivos) dentro del tercer nivel de concreción del currículo

Sevillano y otros (1995) consideran cuatro fases metodológicas que podrían facilitar el camino de la enseñanza a los docentes y favorecer en los estudiantes el desarrollo del pensamiento lógico, en la primera “se toman decisiones sobre objetivos y métodos a desarrollar en la unidad específica, considerando objetivos y contenidos generales” (Sevillano y otros, 1995, 267), se toma una decisión sobre los recursos a utilizar en cada momento “porque unos se revelan más idóneos que otros según la actividad que se pretende llevar a cabo” (Mena, Porras y Mena, 1996, 97) y demás detalles relacionados con el currículo. Nos referimos a las estrategias que preparan al estudiante en relación a qué y cómo va a aprender.

En la segunda fase se determina cuál es la situación en cuanto a niveles de aprendizaje con respecto a la unidad propuesta y se preparan los materiales didácticos. También se considera todo lo relativo a los equipos a utilizar, el personal especializado; si la situación lo exige, preparación de horarios de uso de los equipos

(si están en el laboratorio de computación o en cada aula) sobre todo en los casos de alumnos que requieran más tiempo para realizar las actividades planificadas y la organización de los grupos de trabajo (en la etapa inicial se recomienda el trabajo por parejas pues un número mayor de usuarios sería inviable dado que cada equipo cuenta con un teclado y un ratón pero sin descuidar la individualidad de cada escolar).

En esta fase deben fomentarse hábitos de trabajo personales y de equipo (respeto, intercambio de opiniones, valoración de las ideas de los demás, hábitos de orden respecto a los materiales y equipos comunes, etc.). La tercera fase corresponde al desarrollo de las actividades o fase de ejecución, en la cual debe explicarse con claridad a los estudiantes la tarea, la estructura de las metas y se monitorea el trabajo de los grupos.

En esta fase deben incluirse, en primer lugar, estrategias para activar los conocimientos previos de los alumnos (lluvia de ideas, preinterrogatorios, organizadores previos y las analogías), que le permiten al docente conocer lo que saben los alumnos y utilizar tal conocimiento como base para promover nuevos aprendizajes, asegurando con ellas lograr un mayor significado de los aprendizajes.

Pueden usarse los programas de ejercitación siguiendo una secuencia lineal y controlada que guíen la obtención de subdestrezas (relativas a contenidos previamente impartidos) hasta llegar al adiestramiento de la destreza o práctica del contenido involucrado en el objetivo de la unidad didáctica en ejecución,. El papel del docente es el de gestor de recursos que interviene en casos excepcionales.

Luego se implementan estrategias llamadas coinstruccionales que apoyan los contenidos curriculares, en el caso de contenidos conceptuales se pueden usar los programas multimedia (enciclopedias) y para los procedimentales se recomienda los de ejercitación en una determinada tarea para facilitar la adquisición de destrezas, los micromundos para experimentar y descubrir o las simulaciones que le presentan situaciones a escala del mundo real y le dan el control de los parámetros operativos.

Estas estrategias cubren funciones relativas a organizar la información que se ha de aprender en forma gráfica (ilustraciones, diagramas, mapas conceptuales o redes semánticas) o escrita (resúmenes o cuadros sinópticos), conceptualización de contenidos, detección de información principal, fomentan la motivación y hacen que el aprendizaje sea más significativo para los alumnos. Para lograrlas se pueden usar herramientas informáticas tales como: procesadores de texto, bases de datos, etc., que ayudan al estudiante en la búsqueda y organización de la información.

En una clase tradicional el profesor utiliza estrategias para orientar la atención de los alumnos y mantener su atención durante la clase, pero en programas de ejercitación se controla la atención de los usuarios cuando ellos siguen el itinerario que presenta y en el caso de los micromundos, las estrategias son de tipo constructivo e indican a los alumnos que las ideas deben centrar sus procesos de atención, codificación y aprendizaje. Algunas estrategias son: preguntas insertadas, el uso de pistas o claves y el uso de ilustraciones, gráficos y/o videos.

Y la última fase consiste en evaluar la actividad, tarea un tanto sencilla para el docente porque el uso autónomo del ordenador por parte de los alumnos le permite observarlos con más cuidado y tomar notas de cómo se desenvuelven con el programa, qué discusiones plantean a su pareja, cuáles son las dudas, evalúa el nivel de logros (muchos de los programas poseen autoevaluación y cuando no fuese el caso puede hacer preguntas, pedir resúmenes o mapas conceptuales, por ejemplo), etc., de modo que puede ayudarlos en el momento que lo requieran y puede evaluar a la vez los materiales que ha diseñado o que ha seleccionado para desarrollar la unidad didáctica, al indagar si los errores cometidos son producto del análisis hecho por los niños o por el diseño del material.

El uso de estas estrategias dependerá del contenido de aprendizaje, de las tareas que deberán realizar los alumnos, de las actividades didácticas efectuadas, de ciertas características de los aprendices y del entorno tecnológico de que se disponga.

No sólo introduciremos cambios en los materiales, la organización del aula en cuanto a horarios, tiempos y agrupación; también modificaremos las estrategias que habitualmente usamos en una clase tradicional y para ello el docente debe estar dispuesto, modificar su actitud, así como su conocimiento profesional sobre los recursos tecnológicos pues “el modo en que se evalúa, se da soporte a los estudiantes debe tener en cuenta las características de la tecnología” (Balacheff, 2000, 93).

Finalizamos esta sección haciendo énfasis en que la formación profesional es la base para que la introducción de la tecnología en nuestras aulas no se quede sólo en cuestiones burocráticas, sino que logremos su integración efectiva al currículo. “Sólo los buenos profesionales pueden redefinir las estrategias de enseñanza, posibilitar una navegación con buen rumbo, crear y usar nuevos materiales, etc. Sólo desde el profesorado innovador podrá darse sentido al buen uso tecnológico y eliminar la tentación tecnocomunicativa de que prive lo formal por encima de lo profundo” (Alsina, 1998, 11).

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI
LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS Y LAS NTIC. UNA ESTRATEGIA DE FORMACIÓN PERMANENTE.
Mariela Sarmiento Santana
ISBN: 978-84-690-8294-2 / D.L.: T.1625-2007